MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACUDADE DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA RESIDENCIAL E AS REAÇÕES COMPORTAMENTAIS DOS USUÁRIOS

RAFAEL PEDROLLO DE PAES

CUIABÁ – MATO GROSSO
Fevereiro de 2008

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACUDADE DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA RESIDENCIAL E AS REAÇÕES COMPORTAMENTAIS DOS USUÁRIOS

RAFAEL PEDROLLO DE PAES

Monografia submetida à Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Sanitária Ambiental.

Orientação: Prof.ª Dr.ª Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima
Co-orientação: Prof.ª Msc. Josita Correto da Rocha Priante

CUIABÁ – MATO GROSSO
Fevereiro de 2008

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA RESIDENCIAL E AS REAÇÕES COMPORTAMENTAIS DOS USUÁRIOS

Monografia submetida à Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Sanitária Ambiental.

Banca Examinadora

Prof.ª Dr.ª Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima
Universidade Federal de Mato Grosso

Prof. Dr. Luiz Airton Gomes
Universidade Federal de Mato Grosso

Prof.ª Dr.ª Luciana Sanches
Universidade Federal de Mato Grosso

“A civilização sempre dependeu da água. Agora é o inverso: a água é que dependerá do nosso grau de civilização. Dependerá, principalmente, do quanto estamos dispostos a pagar.”

(Ricardo Arnt)

Eternamente grato aos meus pais, Amauri e Jandira, que não poderiam ter me dado vida e educação melhores.

AGRADECIMENTOS

À população brasileira em geral, que financiou meus estudos no ensino superior;

Aos professores Josita Correto da Rocha Priante, Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima e Nicolau Priante, pelas suas orientações e participações extracurriculares em minha vida acadêmica, além de que sem os quais eu não teria participado de um projeto tão belo;

A todos os professores que me instruíram, pois acredito que muito de mim foi plantado por um pouco de cada um deles;

Aos meus amigos de coração, pois também acredito que muito de mim é construído por um pouco de cada um;

A todos que colaboraram e participaram comigo no projeto de reúso de água, entre eles:

- A minha parceira de pesquisa Gabrielly Cristhiane Oliveira e Silva;
- A Sanecap, pelo apoio ao projeto de reúso de água durante sua vigência;
- As senhoras Diles, Eliete, Jandira, Lázara, Marília, Sânia e Simone; e aos senhores Adalberto, Amauri, Anísio e Lázaro, moradores das sete residências que aceitaram participar da experiência de ter um sistema de reúso implantados em suas casas e contribuíram com as suas considerações a respeito do sistema.

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** 1
2. **OBJETIVOS** 3
 2.1 Geral 3
 2.2 Específicos 3
3. **JUSTIFICATIVA** 4
4. **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** 5
 4.1 O crescimento urbano e as conseqüências 5
  4.1.1 O crescimento urbano 5
  4.1.2 As conseqüências 5
 4.2 Consumo de água 6
  4.2.1 Elevação do consumo 6
  4.2.2 Distribuição da água e a situação de risco de escassez 7
  4.2.3 Consumo de água pela sociedade 9
  4.2.4 Consumo doméstico de água 9
 4.3 Métodos de redução do consumo de água potável 12
  4.3.1 Eficiência no consumo de água 12
  4.3.2 Minimização 13
  4.3.3 Separação 15
  4.3.4 Reúso 16
 4.4 Conceitos e formas de reúso de água 16
  4.4.1 Uniformização dos conceitos de reúso 17
  4.4.2 Formas de reúso 18
   4.4.2.1 Reúso agrícola: 19
   4.4.2.2 Reúso industrial: 19
   4.4.2.3 Reúso para recarga de aqüíferos: 20
   4.4.2.4 Reúso no meio ambiente: 20
   4.4.2.5 Reúso urbano: 20
  4.4.3 Reúso urbano para fins potáveis: 20
  4.4.4 Reúso urbano para fins não potáveis: 21
 4.5 Qualidade e aceitação pública do reúso de água residencial 21
  4.5.1 Qualidade da água de reúso não potável 21
  4.5.2 Aceitação pública do usuário de reúso de água 23
 4.6 Pesquisa sobre instalação de reúso de água em sete residências de Cuiabá 24
  4.6.1 Início 24
  4.6.2 Desenvolvimento 24

4.6.3 Teor científico 26
4.6.4 Projeto de ampliação a outras residências 27
5 **ÁREA DE ESTUDO** 29
5.1 Parque Cuiabá 29
5.2 Jardim Europa 29
5.3 Jordão 30
6 **MATERIAIS E MÉTODOS** 32
6.1 Análise econômica 32
6.1.1 Custos 33
6.1.1.1 Implantação do sistema 33
6.1.1.2 Manutenção 33
6.1.2 Benefícios 34
6.1.2.1 Ganho mensal equivalente ao reúso 34
6.2 Comportamento 34
7 **RESULTADOS E DISCUSSÕES** 36
7.1 Análise econômica 36
7.1.1 Custos com implantação do sistema 36
7.1.2 Custos com manutenção do sistema 38
7.1.3 Benefícios com o ganho mensal equivalente ao reúso 38
7.1.4 Amortização dos sistemas de reúso 39
7.2 Acesso às residências e comportamento dos residentes 43
7.2.1 Método de acesso às residências e condição de aceitação do sistema 43
7.2.2 A experiência dos usuários de reúso de água 44
7.2.2.1 Prática do reúso 45
7.2.2.2 Principais dificuldades encontradas 45
7.2.2.3 Adequações dos residentes ao sistema de reúso 46
7.2.2.4 Mudanças de comportamento 47
7.2.2.5 Sugestões dos residentes 47
7.2.2.6 Diferença na disponibilidade de água 48
7.2.2.7 Opinião sobre a iniciativa de reúso 48
8 **CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES** 50
9 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 53
10 **APÊNDICE** 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crescimento da população urbana no Brasil 5
Tabela 2 - Comparação entre o período e o consumo per capta de água.......................6
Tabela 3 - Classificações de disponibilidade hídrica..8
Tabela 4 - Distribuição percentual da água no consumo doméstico...........................11
Tabela 5 - Normas brasileiras para reúso de águas em descarga sanitária NBR 13.969/97 e padrões propostos no Manual da FIESP/ANA/SINDUSCON-SP (2005)...22
Tabela 6 - Tarifa de água utilizada pela Sanecap 34
Tabela 7 - Custos para adaptação do sistema de reúso de água em residência já construída..36
Tabela 8 - Custos de implantação do sistema de reúso de água em residência a construir 37
Tabela 9 - Relação entre o consumo e o benefício mensal na conta de água, sendo 20% de reúso..39
Tabela 10 – Comparação do período de amortização em função do consumo nas fases de instalação durante a construção e adaptação depois de construída a residência 41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da disponibilidade de água e população nas cinco regiões do Brasil..........7

Figura 2 - Projeto simplificado do sistema de aproveitamento do enxágüe da lavagem de roupas para reúso em descargas sanitárias, lavagem de calçadas e molhagem de plantas. 26

Figura 3 – Quantidades gerais de água reusada em cada residência 27

Figura 4 - Parte do município de Cuiabá com localização dos bairros Pq. Cuiabá, Jordão e Jardim Europa..........31

Figura 5 - Comparação do retorno do investimento em função do consumo de água para a instalação do sistema durante a construção da residência ou com adaptação do sistema 40

Figura 6 - Amortização do investimento na instalação no momento da construção da residência, considerando 20% de reúso 40

Figura 7 - Amortização do investimento para adaptação do sistema de reúso em residência já construída, considerando 20% de reúso..........41

Figura 8 - Comparação de amortização do investimento em residência na fase de construção e com a adaptação em uma já construída, com 20% de reúso..........42

Figura 9 - Motivo do reúso de água na residências 44

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

CEMAT - Centrais Elétricas Mato-grossenses

CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reuso de Água

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FAPEMAT - Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Mato Grosso

IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano

ISA - Instituto Socioambiental

IWA – International Water Association

IWMI - International Water Management Institute

LDI - Lucros e Despesas Indiretas

OMM - Organização Meteorológica Mundial

ONU - Organização das Nações Unidas

PBQPH - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação

PROSAB - Programa de Saneamento Básico

SABESP - Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

SANECAP - Companhia de Saneamento da Capital (Cuiabá)

SINFRA - Secretaria de Infra-Estrutura do Estado de Mato Grosso

UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

USAID - United States Agency for International Development

USEPA - United States Environmental Protection Agency

RESUMO

PAES, Rafael Pedrollo de. **Avaliação da viabilidade de reúso de água residencial e as reações comportamentais dos usuários.** Cuiabá, MT: 2008, 61p. Monografia para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso.

O presente trabalho surgiu da necessidade da racionalização do consumo de água potável tendo como uma das alternativas o reúso de água em residências. O mesmo será desenvolvido em dois aspectos distintos, no primeiro aspecto será analisada a viabilidade econômico-financeira comparativa da implantação do sistema de reúso de água em uma residência previamente planejada com outra já construída, exigindo adaptação no sistema hidráulico. O segundo aspecto é relacionado ao comportamento dos moradores que receberam o sistema de reúso de água em sete residências de três bairros de Cuiabá-MT, sendo abordados temas como a mudança de hábitos, as adaptações ao sistema e as opiniões dos usuários referente ao período de estudo de três anos. Será discutida ainda a metodologia utilizada para o acesso às residências, incluindo as dificuldades encontradas para a adesão dos residentes ao projeto.

Palavras-chave: Reúso de água, viabilidade do reúso, adaptação ao reúso.

ABSTRACT

PAES, Rafael Pedrollo de. **Viability evaluation of a residential water reuse and user's behavior reactions.** Cuiabá, MT, 2008, 61p. Monograph to obtain the Degree of Bachelor in Environmental Sanitary Engineering. Federal University of Mato Grosso.

The current work was carried out from the need of potable water consumption efficacy rationalization, having the water reuse in residences as one of the alternatives. This work will be developed in two distinct aspects: in the first one will be analyzed the comparative financial-economical viability between the application of the water reuse system in a previous planning residence and another one constructed, which demands the adaptation on hydraulic system. The second aspect is related to the residents' behavior who received the water reuse system in seven residences on three sections of Cuiabá – MT, where subjects such as change habits, the adaptation of the system and the user's opinions for the study period of three years. It will be also argued the methodology used to access the residences, including difficulties that were found for the residents' adhesion to the project.

Keywords: Water reuse, reuse viability, adaptation to reuse

1. INTRODUÇÃO

O elevado crescimento da população tem instigado uma pressão sobre os recursos hídricos. Como se só o aumento populacional urbano não bastasse, ainda é notável que o consumo de água por habitante, em busca de conforto, também tem aumentado nas últimas décadas, colocando muitas regiões em situações de risco de estresse do sistema hídrico.

O resultado da rápida urbanização e do aumento da sua capacidade em consumir água pode resultar em déficit de recursos hídricos. Entre os impactos mais conhecidos da urbanização descontrolada, na esfera ambiental, citam-se a alta produção de resíduos sólidos ou líquidos e contaminação dos mananciais, o assoreamento dos corpos d'água, a erosão seguidas de alteração da paisagem, a alteração natural de rios e lagos por meio de diques, canalização, drenagem e inundações de áreas alagáveis e dragagem para navegação, entre outros. Os impactos do crescimento rápido e desordenado ainda atingem os âmbitos econômicos, podendo causar a queda de produção de alimentos, e os sociais, através da possibilidade do aumento de casos de doenças (agravamento da saúde pública) ou de conflitos políticos. Esta última com a possibilidade de aumentar a tensão social tanto em pequena escala, envolvendo empresas, municípios, fazendeiros, entre outros, quanto em grande escala, gerando conflitos entre as nações.

Como resposta à alta demanda dos recursos hídricos e objetivando a mitigação dos problemas que dela podem advir, tem-se apresentado inovações, como por exemplo, a alternativa pela implantação de Estações de Tratamento de Esgotos por micro bacias de coleta, dispersando-se a infra-estrutura de tratamento pela área urbana (BRASIL, 2004), ou a hidrometração individualizada nos apartamentos dos edifícios, estimulando a redução do consumo de água. Ainda no campo de inovações encontram-se outras opções, uma delas é a implantação de redes coletoras para tratamento e/ou disposição diferenciados para as águas servidas cinza, amarela e castanha, potencializando, para determinados usos da água, a adoção do reúso.

A grande vantagem da utilização da água de reúso é a de preservar água potável para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como a ingestão direta ou o preparo de alimentos (MOTA, MANZANARES, SILVA; 2006). Esta prática deve ser considerada parte de uma atividade mais abrangente, a qual inclui a redução do consumo de água potável e o controle de perdas, consistindo no uso racional de água.

Conforme MANCUSO e SANTOS (2003), ao instituir os fundamentos da gestão de recursos hídricos, a Política Nacional de Recursos Hídricos, lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, cria condições jurídicas e econômicas para a hipótese do reúso de água como forma de utilização racional e de preservação ambiental.

Porém, é preciso admitir que essas condições instituídas pela legislação em vigor não são as únicas que devem ser consideradas relevantes. As soluções para os problemas de gestão urbana no sentido de utilização racional de água e de preservação ambiental também devem abranger os cunhos de ordem técnica e comportamental simultaneamente. Assim permitirão que os problemas atuais se tornem oportunidades futuras. (LIMA *et. al.*, 2004).

Ambos os aspectos tecnológico e comportamental dependem diretamente da reação da comunidade ao se deparar com as dificuldades relacionadas com a utilização dos recursos hídricos.

A realização do presente trabalho é uma complementação às pesquisas de MOURA (2003), BRANDÃO (2004) e LIMA *et. al.* (2006), e que, assim como os essas, surgiu da necessidade da racionalização do consumo de água potável em residências com abastecimento público comprometido tanto em quantidade quanto em qualidade. Ele se consistirá em uma avaliação técnica e comportamental das instalações de reúso de água residencial aplicadas durante um projeto fomentado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - Fapemat - coordenado por LIMA *et al.* (2006) entre os anos de 2004 e 2006. O projeto culminou com a instalação de um sistema de reúso de água em sete residências para posterior monitoramento, em Cuiabá, Mato Grosso.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Frente a um projeto que objetivou instalar e divulgar um sistema de reúso de água residencial em diversas moradias de Cuiabá, MT, analisar a viabilidade econômico-financeira ao se comparar a implantação do sistema de reúso de água com planejamento prévio em uma residência ainda por construir a outra residência já construída, exigindo adaptação no sistema hidráulico e ainda estudar o método de alcance às residências que receberam o reúso de água, bem como os efeitos dessas instalações causados em seus moradores, em função da reação que os usuários de cada residência tiveram após a convivência com o sistema.

2.2 Específicos

- Analisar a viabilidade econômico-financeira do sistema de reúso de água proposto relativo a uma suposta residência cujo projeto de reúso é antevisto à sua construção;
- Analisar a viabilidade econômico-financeira do sistema de reúso de água proposto relativo à instalação em uma moradia edificada, requerendo adaptação no sistema hidráulico da mesma.
- Discorrer sobre alguns aspectos do método de alcance às residências para a aplicação do sistema de reúso água;
- Discutir sobre o comportamento dos moradores que tiveram o convívio com o sistema de reúso de água.

3. JUSTIFICATIVA

A iniciativa da aplicação de métodos alternativos que objetivem a adoção de técnicas visando racionalizar o consumo de água são práticas que se fazem necessárias para mitigar a pressão que a população aplica sobre os recursos hídricos. Incluem-se entre esses métodos alternativos a procura da alta eficiência e a facilidade no reaproveitamento direto e planejado da água em um estabelecimento.

Ao se realizarem estas práticas, o volume de água a captado do manancial de abastecimento será menor, assim como o volume de efluente produzido, contribuindo para a preservação dos corpos hídricos e para a efetivação dos serviços da companhia responsável pelo abastecimento público, coleta e tratamento de esgotos, resultando em infra-estrutura com menores custos.

Vale lembrar que a população ao exercitar-se com o reúso de água, tende a se incentivar com outras práticas de uso racional, controlando o consumo e vazamentos, resultando em economia financeira.

Tendo em vista as pesquisas realizadas por MOURA (2003), BRANDÃO (2004) e LIMA *et. al.* (2006) sobre o reúso de água domiciliar, aproveitando águas de enxágüe da lavagem de roupas para descargas sanitárias, e procurando aprimorar esse sistema a fim de buscar melhores resultados na aplicação em outras residências, faz-se necessário um trabalho que vise avaliar as reações comportamentais das pessoas em contato com o sistema de reúso implantado em Cuiabá. Ainda, um estudo de viabilidade econômica comparando as instalações de reúso de água em um domicílio já edificado e outro a ser construído, possibilitam a discussão sobre o tempo de retorno aproximado e qual caso de aplicação é mais viável.

O trabalho em questão poderá significar uma contribuição para o aumento da eficiência da utilização dos recursos hídricos em relação a dois aspectos que não são garantidos pela Lei Federal nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, ou seja, os de caráter técnico das instalações do sistema de reúso de água e os de caráter comportamental das pessoas que passam a ter contato com o sistema.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 O crescimento urbano e as conseqüências

4.1.1 O crescimento urbano

No Brasil, ao longo do século XX, que haviam sido criadas, cresceram e se desenvolveram, representando período de expressiva urbanização. A evolução do crescimento da população urbana é bastante ilustrativa, sendo principalmente a partir de meados da década de sessenta e setenta que se inverte a relação rural-urbana, característica ainda vigente. Migrou-se parcela da população urbana, por exemplo, de 31,2% em 1940 para 67,6% em 1980.

Tabela 1 - Crescimento da população urbana no Brasil

Ano	População Urbana (%)	Ano	População Urbana (%)
1900	9,4	1970	55,92
1920	10,7	1980	67,6
1940	31,2	1990	75,6
1950	36,2	2000	81,2
1960	44,9	2007	84,2

FONTE: IBGE [s.d.]

Em 2007 estima-se que o território nacional abrigue aproximadamente 192 milhões de brasileiros, sendo desses, aproximadamente 161 milhões (84,2%), habitantes da zona urbana (IBGE, [s.d.]). Relação maior se se considerar Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, cidade onde foi realizado o presente trabalho, possuindo em 2007 aproximadamente 527 mil habitantes, com 98% concentrados na zona urbana.

4.1.2 As conseqüências

Muitas das cidades se expandiram formando regiões metropolitanas, as quais passam por diversos problemas ambientais, refletindo para outras áreas como as econômicas e sociais. São problemas conseqüentes do veloz processo que impactam diretamente o meio urbano e rural e que fazem parte do quotidiano das cidades. Incluem-se entre eles:

- Verticalização, que por um lado é bom, pois barateia os custos com infra-estrutura, porém se esta não ocorrer adequadamente, tende a concentrar os produtos gerados pela ocupação humana em pequena área, e entre estes produtos está a degradação ambiental;
- Aumento das vazões pluviais máximas devido à impermeabilização do solo;
- Poluição dos mananciais devido ao descarte de efluentes e resíduos sólidos;
- Assoreamento dos corpos hídricos;

- Poluição do ar devido principalmente à queima de combustíveis fósseis;
- Periferias longínquas e desprovidas de serviços e equipamentos urbanos de infra-estrutura às suas populações, isso cria condições propícias ao desmatamento de superfícies ou de encostas o que reduz a resistência do solo;
- Produção de sedimentos originados pelo descobrimento das superfícies e pela geração de resíduos sólidos.

Estes problemas não ficam resguardados somente no cunho ambiental. Estendem-se à questão econômica, afetando com destaque as áreas de produção primária (agricultura, pecuária, aqüicultura, entre outros), ou tornando mais onerosos os custos com tratamento de água para abastecimento.

MACÊDO (2000) acrescenta que os problemas relacionados à poluição dos corpos hídricos afetam diretamente a saúde pública, causando aproximadamente 5,3 milhões de vítimas nos países em desenvolvimento, sem considerar os casos mais simples não notificados.

4.2 Consumo de água

4.2.1 Elevação do consumo

O desenvolvimento de novas tecnologias em nome do conforto trouxe consigo a elevação do consumo de água, tanto para utilização em agricultura, quanto nas indústrias ou nos domicílios.

A Tabela 2 apresenta a relação da época e o consumo per capta de água a partir do ano 100 a.C.

Tabela 2 Comparação entre o período e o consumo per capta de água

Época	**Volume (l/hab$_x$dia)**
100 a.C	12
Ano zero	20
Séc. XIX (cidades pequenas)	40
Séc. XIX (cidades grandes)	60
Início do Séc. XXI (Brasil)[1]	141

FONTE: Adaptado de MACÊDO, 2000.

Bastante ilustrativos também são os dados que demonstram o crescente consumo de água por habitante em função do tempo, ou, mais corretamente, em função do desenvolvimento de técnicas que visam à produção de bens e serviços para o maior conforto humano.

MAIA (2000) pontua que a demanda mundial de água multiplicou por seis, enquanto a população duplicou no período de 1900 a 1990. Estas demandas incluem uma diversidade de usos, desde os municipais, os agrícolas e os industriais até os recreativos e os de navegação. É importante ressaltar que enquanto a demanda

[1] PMSS (2003).

cresce, a quantidade de água na natureza não se altera, resultando sempre na redução da disponibilidade de água por habitante.

Cabe a esta situação pôr em questão a eficiência das técnicas utilizadas para atender as necessidades humanas. É bom lembrar que quanto maior o consumo, maior a produção de resíduos, tendendo a comprometer a qualidade da água.

SENRA (2001) destaca que nos últimos 40 anos, com o crescimento da população, das indústrias, dos projetos de irrigação e também com o aumento dos processos de erosão, desmatamentos, queimadas, impermeabilização dos solos, poluição doméstica, industrial e por agrotóxicos, o Brasil teve reduzida em 50% a sua disponibilidade de água por habitante. O mesmo autor complementa que este dado corresponde a uma média, e que inúmeras regiões brasileiras já se encontram em situações extremas de escassez, enquanto outras estão em situações mais confortáveis, como a Amazônia, apesar de haverem algumas regiões já comprometidas pelo mercúrio dos garimpos.

4.2.2 Distribuição da água e a situação de risco de escassez

Mesmo sendo o Brasil detentor de cerca de 13,7% de toda a água doce superficial do planeta, aproximadamente 84,2% desse recurso se encontra nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde a densidade populacional é pequena, representando 13,4% da população brasileira. Em contrapartida, as regiões Sudeste e Nordeste concentram a menor parcela de água e são responsáveis pelo abastecimento de mais de 70% da população do Brasil.
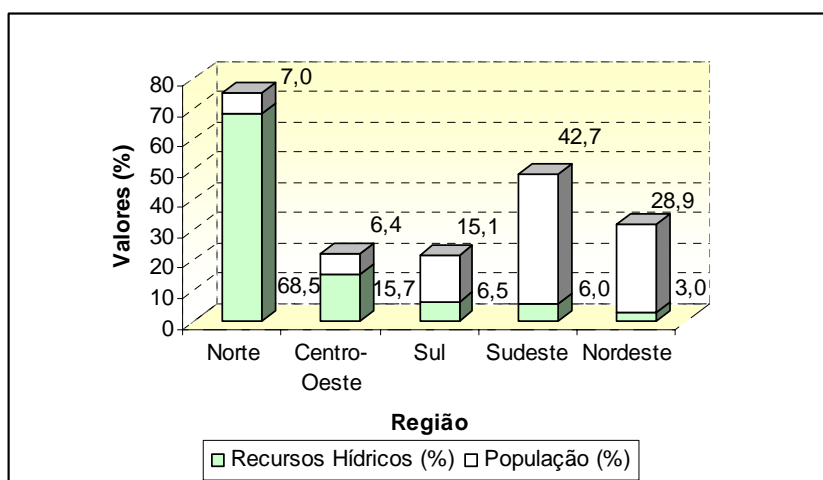
Figura 1 - Distribuição da disponibilidade de água e população nas cinco regiões do Brasil
Fonte: Adaptado de IDEC (2002)

A característica de elevada disponibilidade hídrica em determinadas regiões enquanto em outras quase não a tem ocorre tanto em escala nacional quanto global. Segundo (MACÊDO 2000) em algumas regiões da África o consumo médio atinge 15 l/hab.dia, já em Nova Iorque, Estados Unidos, se considerado os consumos agrícola, industrial e urbano, o valor médio aproxima-se a 2.000 l/hab.dia.

Em geral, embora as fontes hídricas sejam abundantes, elas são freqüentemente mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as captações são tão elevadas em comparação com a oferta que a disponibilidade

superficial de água é liquidada, e mesmo os recursos subterrâneos acabam sendo esgotados.

É evidente que esta situação tem causado sérias limitações para o desenvolvimento de várias localidades, restringindo o atendimento às necessidades humanas e degradando ecossistemas aquáticos.

Para permitir o estudo sobre disponibilidade hídrica a fim de tentar amenizar os casos mais críticos e conservar os casos de risco, foram elaborados alguns padrões para classificar o grau de disponibilidade hídrica que uma determinada região se situa.

Tabela 3 - Classificações de disponibilidade hídrica

DISPONIBILIDADE HÍDRICA (m^3 per capita/ano)	CLASSIFICAÇÃO
Maior que 20.000	Muito alta
10.000 – 20.000	Alta
5.000 – 10.000	Média
2.000 – 5.000	Baixa
1.000 – 2.000	Muito Baixa
Menor que 1.000	Catastroficamente baixa

FONTE: UNEP, 2002; *apud.* GONÇALVES, JORDÃO; 2006

A escassez de água pode ser de origem quantitativa, decorrente de distribuição desigual das reservas hídricas (ou de longos períodos de estiagem), associado ou não ao mau uso que se faz da água captada (origem qualitativa), mais comum nas grandes cidades, resultante de modificações da qualidade de água devido à poluição. HESPANHOL (2003) observa que muitas áreas com taxas de precipitações anuais significativas, mas insuficientes para gerar vazões capazes de atender a demandas excessivamente elevadas (como a Bacia do Alto Tietê) também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

Levantamentos realizados pela WMO – *World Meteorological Organization* – (ou Organização Meteorológica Mundial – OMM), da Organização das Nações Unidas, (*apud.* BERNARDI, 2003) indicam que um terço da população mundial vive em regiões de moderado a alto estresse hídrico, ou seja, com um nível de consumo superior a 20% da sua disponibilidade de água. As estatísticas da OMM demonstram que nos próximos 30 anos a situação global das reservas hídricas tende consideravelmente a piorar, caso não ocorram ações para melhoria da gestão da oferta e demanda de água. Nesse mesmo cenário, é previsto uma elevação para dois terços dos habitantes do planeta vivendo em áreas de moderado a alto estresse hídrico.

Com a intenção de não incentivar o consumo de água em regiões que sofrem de estresse hídrico, um relatório do Banco Mundial e ONU, desaconselha que investidores internacionais apliquem recursos em localidades com disponibilidade hídrica menor que 2000 m^3/hab (MACÊDO, 2000).

Em muitas regiões do mundo a população ultrapassou o ponto em que podia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis, de forma que existem 26 países

abrigando 262 milhões de pessoas e que se encontram na classificação “muito baixa” quanto à disponibilidade de água. Países estes em sua grande maioria pertencentes ao grupo Mena – *Middle East and North África* – (Oriente Médio e Norte da África) e pequenos outros situados na Oceania ou Ásia.

4.2.3 Consumo de água pela sociedade

Sabe-se que além do grande ciclo da água que envolve os fatores de precipitação, infiltração, escoamento e evapotranspiração na biosfera terrestre, há outra circulação menor da água dentro da área urbana, envolvendo seus diversos usos e formas, denominado “ciclo urbano” da água. Sua abrangência compreende os sistemas públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de gerenciamento de águas pluviais. Neste ciclo urbano a água é utilizada em todos os segmentos da sociedade e está presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola.

É conhecido o fato de a maior parte da água doce do mundo ser consumida na agricultura, a qual é responsável pela utilização de aproximadamente 70%. Segundo REBOUÇAS (2003; *apud*. GONÇALVES, JORDÃO; 2006), o uso da água na agricultura ocorre de forma geral com altíssima ineficiência, com um desperdício estimado em cerca de 60% de toda a água fornecida a este setor, sendo muitas vezes empregadas as mesmas técnicas de irrigação que se usavam há 5000 anos atrás.

O consumo doméstico está em segundo lugar com 23% em termos de consumo humano, e tem aumentado durante a última década numa média de 4% por ano, enquanto a indústria representa um consumo de água de cerca de 7% (TERPSTRA, 1999; IDEC, 2002; *apud*. GONÇALVES, JORDÃO; 2006). De acordo com pesquisas da *International Water Management Institute* – IWMI – ou Instituto Internacional de Gestão da Água – (*apud*. BERNARDI, 2003) devido ao rápido crescimento populacional e aumento da renda per capita, o uso de água para consumo doméstico total no mundo tende a aumentar em 71% nos próximos anos, dos quais mais de 90% do aumento serão responsáveis os países em desenvolvimento. Esta diferença se explica devido às melhorias em conservação e tecnologia que diminuirão o uso doméstico per capita em países desenvolvidos, os quais hoje representam o maior dispêndio.

4.2.4 Consumo doméstico de água

Das utilizações urbanas de água, as quais se incluem também os usos comerciais e públicos, o consumo residencial é o de maior relevância, normalmente correspondendo a mais da metade das outras formas de uso urbano.

Entre os usos residenciais de água, quatro categorias podem ser diferenciadas (TERPSTRA, 1999; *apud*. GONÇALVES, JORDÃO; 2006), e exercem funções de:

- Higiene pessoal;
- Limpeza;
- Descarga de banheiros;
- Demais consumos.

A partir desta consideração, a água destinada ao consumo residencial humano obedece duas funções distintas:

- Usos potáveis: higiene pessoal, cocção, para beber, e demais atividades que exigem a potabilidade da água conforme a legislação;
- Usos não potáveis: irrigação de jardins, lavagem de roupas, de carros, e de calçadas, descargas sanitárias, entre outros usos que não são requeridas tanta qualidade. Para estes usos podem-se prever a utilização de fontes alternativas de água, independentes do sistema público de abastecimento.

Nos últimos anos algumas experiências têm sido realizadas a fim de se descobrir quais são os consumos específicos de cada tipo de atividade para, entre outros, saber em quais pontos devem ser priorizadas as pesquisas para a maior eficiência do uso da água em uma residência.

Apesar da grande variação entre os resultados, através destas experiências algumas considerações têm sido analisadas. Uma das conclusões mais importantes é em relação ao gasto de água com as descargas sanitárias e chuveiros, normalmente muito alto, indicando necessidade de esforços e pesquisas para a conservação de água nesses pontos. Outra relevante observação se dá em relação aos usos de água não potáveis, muitas vezes responsáveis por até 40% do consumo em uma residência.

Com base em dados fornecidos por MIELLI (2001), SANTOS (2005), OLIVEIRA (2005) e GONÇALVES, JORDÃO (2006), apresentam-se os resultados a seguir:

Tabela 4 - Distribuição percentual da água no consumo doméstico

PONTOS DE MAIOR CONSUMO	BRASIL							OUTROS PAÍSES				
	USP	Niterói - RJ[2]	Palhoça - SC		Brasil (PNCDA)[3]	IPT	Deca	Austrália[3]	Dinamarca[3]	Suíça	EUA	Colômbia
			Res 1[3]	Res 2[2]								
Bacia Sanitária	29	35	30	26	5	5	14	32	20	40	26	40
Chuveiro	28	27	33	46	55	54	47	33	20	37	17	30
Lavatório	6	6	3	7	8	7	12	5	10	-	15	5
Pia de Cozinha	17	17	28	13	18	17	15	7	5	6	-	5
Tanque	6	4	-	-	3	10	5	-	-	-	-	-
Lava Roupas	5	7	6	8	11	4	8	23	15	4	24	-
Lava Louças	9	-	-	-	-	3	-	-	20	-	3	5
Banheira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Beber / cozinhar	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
Limpeza de Pisos	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Jardins	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Lava carros	-	1	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-
Vazamentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
Limpeza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Outros	-	-	-	-	-	-		-	-	1	-	-

FONTE: Adaptado de DE OREO; W.B.; MAYER P.W. "*Residencial end uses of water*" - AWWA *Research Foundation* (1999; *apud.* SANTOS, 2005)

---

[2] MIELLI (2001);
[2] Residências 1 e 2: OLIVEIRA (2005);
[3] GONÇALVES, JORDÃO (2006)

Conforme se observa, os dados percentuais dificilmente serão iguais. SANTOS (2005) e GONÇALVES, JORDÃO (2006) explicam que as distribuições do consumo de água em residências dependem de inúmeros fatores, entre eles:

- Pressão em cada ponto de água, já que quanto maior a pressão, maior será a vazão e conseqüentemente o consumo;
- Hábitos pessoais, como o costume de deixar ou não torneiras e chuveiro abertos ao realizar as atividades;
- Método de lavagem de roupas e louças, pois uns possuem máquinas de lavar roupas e/ou louças, enquanto outros não os têm;
- Clima da região;
- Valor da tarifa de água;
- Existência ou não de hidrometração na residência;
- Renda familiar;
- Estrutura e forma de gerenciamento do sistema de abastecimento;
- Amostra analisada em função do tipo de estabelecimento;
- Metodologia aplicada para medição.

4.3 Métodos de redução do consumo de água potável

4.3.1 Eficiência no consumo de água

Não resta dúvida sobre o papel fundamental da água para o desenvolvimento sócio-econômico de uma região. Sabe-se que aquela que não a possui em quantidade e qualidade suficiente corre o risco de tornar-se dependente da economia de outras regiões. Não atingindo com satisfação as necessidades básicas para higiene pessoal ou ingestão a auto-suficiência na produção de alimentos fica ainda mais longe de ser alcançada, exigindo a importação destes produtos básicos para a sobrevivência. O caso mais popular nesse aspecto ocorre em alguns países do Oriente Médio que, impossibilitados de manter uma agricultura irrigada, segundo HESPANHOL (2003), mais de 50% da demanda de alimentos é satisfeita pela importação de produtos alimentícios básicos. A crescente conscientização da sociedade de que os recursos hídricos são finitos aumenta as exigências pela conservação.

A alta eficiência no consumo de água deve ser buscada pelas indústrias, pois sendo um importante fator de produção, a racionalização do seu uso resulta em aumento de competitividade, através de redução de custos operacionais e da minimização dos encargos.

Para as empresas concessionárias dos serviços públicos de abastecimento de água, a racionalização pela população, ou mesmo pelas empresas, significa melhor aproveitamento da infra-estrutura existente. Investimentos em obras podem ser poupados ao se evitar a ampliação dos sistemas de abastecimento água e de esgotamento sanitário (GONÇALVES, JORDÃO; 2006).

Com a legislação dos recursos hídricos brasileira adotando o princípio do consumidor poluidor-pagador, tanto aos industriários quanto às empresas públicas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, ou aos grandes agricultores, pode tornar-se interessante a idéia de racionalização do uso da água, pois as volumosas captações e os despejos nos corpos d'água, resultam em elevados custos e o aumento da eficiência no consumo de água pode significar vantagem financeira à instalação de técnicas para a conservação de água.

Em escala residencial, estas conservações podem representar sensível economia financeira pela redução dos encargos devido à utilização da água e à produção de esgoto sanitário (GONÇALVES, JORDÃO; 2006). Outra vantagem é a redução da intermitência de água nas residências que sofrem com problemas de abastecimento, já que haverá redução do consumo de água potável (LIMA *et. al.* 2006).

Programas voltados para o incremento da eficiência no uso da água devem ser incentivados, visando à redução das vazões captadas e da poluição, contribuindo para a conservação da disponibilidade e das reservas estratégicas de recursos e assim liberando as águas de melhor qualidade para os usos mais nobres (HESPANHOL, 2003. GONÇALVES, JORDÃO; 2006).

Estes programas podem ser fundamentados em três diferentes processos de intervenção positiva no ciclo urbano de água, segundo GONÇALVES, ALVES, ZANELLA (2006). Geralmente aplicáveis a todos os tipos de usos de água, estes processos se baseiam na minimização do consumo, na separação após seu uso e no reúso.

4.3.2 Minimização

A minimização do consumo de água utilizando a menor quantidade possível para executar cada atividade durante as atividades pode ocorrer tanto pela mudança de processos culturais ou formas de uso quanto pelas regulares manutenções nas instalações hidráulicas do estabelecimento, a fim de evitar as perdas por vazamentos. Outra forma de minimização é através do emprego de aparelhos com baixo consumo de água, em função das tecnologias apropriadas.

A mudança de processos ou maneiras de uso é a forma mais simples, no primeiro instante, de se realizar a conservação da água, dependendo única e exclusivamente da boa vontade de cada usuário. Essas ações práticas podem alcançar grandes resultados em quaisquer dos tipos de uso a partir de simples hábitos como não desperdiçar nas descargas sanitárias, na lavagem de carros, de roupas, de calçadas, entre outros. Podem ser abraçadas facilmente pela grande massa da população a partir de ações de educação ambiental. Como as crianças são mais abertas às mudanças de hábitos e as principais atingidas pela qualidade da água no futuro, são sempre bom alvo para absorção das mudanças.

A manutenção e revisão nas instalações hidráulicas para evitar as perdas por vazamentos mostram-se de relevante importância a partir do momento em que se levam em consideração os números indicando grandes perdas de água potável, principalmente em estabelecimentos antigos. Dificilmente se reconhecem os vazamentos, e mais difícil ainda é sua mensuração. Na Tabela 4, onde é apresentada a distribuição percentual da água no consumo doméstico, das 11 experiências, apenas

uma mediu as perdas por vazamentos, representando 12% do consumo total de água em uma residência norte americana, na Califórnia.

Com relação ao desperdício pelas companhias de abastecimento público, estima-se que em São Paulo, as perdas cheguem a alcançar 40%, apesar de a Sabesp - Companhia de Saneamento Básico de São Paulo - entender que estas chegam ao máximo a 24%, de acordo com FOLHA DE SÃO PAULO (1999 *apud*. MACÊDO 2000). Uma pesquisa realizada pelo ISA – Instituto Socioambiental – indicou que na capital mato-grossense a perda de água é ainda maior, atingindo aproximadamente 65% em relação à quantia captada incluindo vazamentos, fraudes e submedições (SIQUEIRA, 2007). Mesmo em países de primeiro mundo estas perdas alcançam 30%, sendo que só os vazamentos da tubulação levam 20%. Acrescenta-se que no Brasil os desperdícios com perdas aproximam-se dos 46% da água coletada, somando um total de 5,8 bilhões m³/ano, de acordo com uma pesquisa da Coordenação de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, da UFRJ (MACÊDO 2000). O desperdício é caracterizado pelo uso de água além do necessário para um determinado fim e pelas perdas, como os vazamentos nas redes de distribuição. Outros desperdícios de ordem cultural podem ser acrescentados, como a lavação de calçadas, de carros, banhos demorados, entre outros, com água tratada, pois essa possui o valor agregado da implantação e operação das estações de tratamento, adução e distribuição, da manutenção, dos produtos químicos, das pesquisas em tratamento de água e da mão de obra utilizada.

O emprego de aparelhos com tecnologias novas que visam à redução do consumo tanto de água quanto de energia elétrica tem sido muito pesquisado nos últimos anos, principalmente nas empresas que produzem as peças. Através destas pesquisas tem sido possível a comercialização de produtos diversos, mesmo no Brasil, como aparelhos hidráulicos ativados por sistema elétrico ou à bateria, ou torneiras acionadas automaticamente por sensor, com um potencial econômico de até 80% para algumas válvulas em relação aos produtos convencionais (DECA, 2007).

Algumas das conclusões tiradas da Tabela 4, sobre a distribuição percentual da água no consumo doméstico, são em relação ao alto consumo tanto dos chuveiros quanto das descargas sanitárias. Focando estes desperdícios, linhas de aeradores e restritores de vazão constante para chuveiros são comercializadas visando à satisfação do usuário com menor vazão de água. Segundo DECA (2007) no que se refere ao consumo da água para as descargas sanitárias, a bacia sanitária é o seu principal componente do sistema de descargas, não diferenciando a questão de o seu funcionamento ser por válvula ou caixa acoplada. Visando à redução deste consumo, o governo federal incluiu no PBQPH – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação – que todas as bacias sanitárias devem ser projetadas para a categoria de volume de descarga reduzido, ou seja, devem gastar seis litros (volume nominal), independente do sistema de descarga adotado. Como forma de normatização, a NBR 15.097/04 estabelece os requisitos técnicos e os critérios destinados a avaliar o funcionamento da bacia sanitária, consistindo na verificação da sua qualidade de operação como a reposição de fecho hídrico, limitando a quantidade de respingos de água e, entre outros, estabelecendo o consumo entre 6,5 e 7,1 litros, sob determinadas condições de pressão.

A medição individualizada de água nos edifícios e condomínios consiste em uma tecnologia de instalações prediais ainda em desenvolvimento no Brasil. Caracteriza-se por possuir um hidrômetro para cada unidade habitacional, permitindo a medição do consumo individual por cada apartamento, ao invés de ligações com medições coletivas (COELHO, 2006). Prática comum em edifícios da Europa, Estados Unidos e Colômbia, entre as principais vantagens da hidrometração individualizada de água estão:

- Facilidade na detecção de vazamentos internos;
- Justiça na cobrança das contas de água e esgotos, já que cada condômino paga pelo seu real consumo;
- Possibilidade de redução do desperdício médio de água em 20% (SANEAGO, 2006), pois não sendo o gasto individual rateado entre todos os moradores do edifício, cada usuário se preocupa com a sua conta, resultando em economia;
- Menor consumo de energia elétrica, já que o volume de água recalcado também é reduzido;
- Diminuição do volume de efluentes;
- Valorização do imóvel;
- Redução do índice de inadimplência, podendo atingir 1,6% dos condôminos (SANEAGO, 2006);
- Elevado índice de satisfação dos moradores, alcançando 95% em uma pesquisa com amostra de 40 condomínios (SANEAGO, 2006).

Alguns esforços de políticas públicas vêm incentivando a aplicação deste modelo de hidrometração, partindo tanto da Agência Nacional de Águas – ANA – quanto das empresas de abastecimento, de forma que em algumas cidades do sudeste e nordeste já existe legislação específica para a aplicação desta técnica (ANA, 2006).

4.3.3 Separação

A separação da água em cada ponto após seu consumo visa de forma geral facilitar o emprego de função diferenciada a partir de cada tipo de uso, ou ainda tratamentos diferenciados mais facilitados, reduzindo os impactos ambientais que podem degradar os recursos hídricos e favorecendo a sua conservação para posterior utilização.

A primeira das sugestões é não misturar efluentes de origem doméstica com efluentes de origem industrial, medida que se apóia no fato de que as características do esgoto doméstico variam em faixas bem mais delimitadas que aquelas observadas para os esgotos industriais. Isso influencia no tipo de tratamento para cada uso, facilitando posteriormente a reutilização, seja ela direta ou não.

Outra sugestão é a separação das águas que exijam graus diferenciados de tratamento dentro de um mesmo estabelecimento, como entre as águas contendo material fecal, águas contendo nutrientes, águas contendo sabões e águas contendo gorduras. Sob esse princípio esperam-se possibilidades diversas de simplificação do

tratamento, de diminuição de custos de tratamento, de reaproveitamento facilitado de substâncias e realocação de recursos para investimentos.

A separação das águas de chuva para posterior aproveitamento é outro sistema que exige características próprias e individualizadas. Quando utilizado este método, contribui-se para a conservação dos recursos hídricos, reduzindo a demanda e o consumo de água potável, além da redução do consumo de energia para bombeamento e dos impactos que da chuva podem advir, como erosões locais e enchentes causadas por impermeabilização do solo. Essa é uma das formas de buscar a auto-suficiência.

Os benefícios do armazenamento das águas pluviais nas cidades são tamanhos que muitas legislações municipais (como em Curitiba, Cuiabá ou no Rio de Janeiro), têm sido criadas obrigando que em determinadas regiões centrais devem-se prever a separação dessas águas para uso posterior, ou apenas para que as vazões máximas sejam reduzidas. Essas legislações foram apelidadas então de “Lei das Chuvas”, ou “Lei das Piscinas”.

4.3.4 Reúso

Grande parte dos efluentes é despejada, conscientemente ou não, nos corpos d’água, sem se considerar suas chances de reaproveitamento. Para a boa eficiência da utilização dos recursos hídricos, é conveniente tirar vantagem da possibilidade de utilização dos efluentes em usos que requeiram características neles presentes. Como exemplos citam-se o aproveitamento de esgotos cuja água é rica em nutrientes para a irrigação controlada e a fertilização do solo, ou ainda o aproveitamento em pontos de grande consumo e pouca exigência de qualidade como nas descargas sanitárias residenciais.

O planejamento e hierarquização de ciclos de utilização da água, separando-os segundo a qualidade e quantidade exigidas em cada uma das atividades possibilitam estabelecer procedimentos para tratar e dispor corretamente, no próximo ciclo, apenas a água que não puder ser utilizada em um ciclo de grau superior de exigência.

Esta hierarquização facilita a exploração das diversas formas de reúso de esgotos, desde as formas mais simples até o reúso com o tratamento do efluente. Assim, a mesma quantidade de água pode ser usada por mais de uma vez.

A adaptação de um sistema para novo uso, mediante tratamento adequado, pode constituir um manancial alternativo, reduzindo o desperdício através de reciclagens internas, já praticadas por algumas indústrias. O reúso de água para diversos fins surge então como opção para aumentar a oferta de água, garantindo conservação do recurso e racionalização do uso desse bem.

4.4 Conceitos e formas de reúso de água

Como a demanda pela água continua a aumentar, uma das mais consistentes alternativas para amenizar o panorama de escassez são as tecnologias que possibilitam o retorno das águas servidas e o seu reúso, passando a se tornar um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos

hídricos, consistindo em parte integrante do planejamento para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos.

A utilização das águas servidas para propósitos de uso não potável representa um potencial a ser explorado em substituição à utilização de água tratada e potável. Por meio do planejamento integrado dos recursos hídricos naturais e águas servidas, a reutilização pode propiciar suficiente flexibilidade para o atendimento das demandas de curto prazo, assim como assegurar o aumento da garantia no suprimento por longo prazo, merecendo crescente importância nos dias atuais.

Nos últimos anos, em diversos países, observam-se a criação e aprofundamento de grupos, da área pública ou privada, estudando e aperfeiçoando sistemas de reúso de água através dos mais abrangentes métodos, de modo a aplicarem essas tecnologias, além de possuírem regulamentação específica na temática. No exterior são freqüentes as lavanderias condominiais substituindo as máquinas de lavar roupa dos apartamentos (MACÊDO 2000).

4.4.1 Uniformização dos conceitos de reúso

O aumento da aplicação dos sistemas de reúso de água torna necessária uma conceituação dos diversos tipos para que seja possível a uniformização de linguagens distintas e assim possibilitar o aprimoramento dos estudos e a compreensão das regulamentações que se seguem.

A conceituação mais aceita sobre os tipos de reúso baseia-se na possibilidade de ele ter caráter “direto” ou “indireto”, em função de ter sido ou não diluído ou despejado junto a outras águas, sejam elas superficiais ou subterrâneas. LAVRADOR FILHO (1987; *apud.* LEITE, 2003) acrescenta que os termos “planejado” e “não planejado” referem-se ao fato do reúso ser resultante de uma ação consciente ou ser apenas um subproduto não intencional após a descarga de um efluente. Em síntese, são adotados os seguintes conceitos:

- Reúso indireto não planejado da água: ocorre quando a água, depois de utilizada, é descartada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, sendo um subproduto não intencional e não controlado da descarga de montante. Do ponto de despejo até o ponto de captação para o novo usuário, esta água está sujeita a diversas ações naturais ou advindas da atividade humana. É a mais praticada forma de reúso realizada pelas companhias de abastecimento público.

- Reúso indireto planejado da água: é realizado quando o efluente depois de tratado é descarregado de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneos. Estas águas diluídas serão reutilizadas a jusante, de maneira controlada, para algum uso. O reúso indireto planejado da água pressupõe que exista um controle sobre eventuais descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado esteja sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam aos requisitos de qualidade do reúso objetivado.

- Reúso direto planejado das águas: é praticado quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reúso, passando por tratamentos e armazenamentos adicionais, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência nos reúsos de indústria, irrigação e doméstico.

- Reciclagem de água: é o reúso interno da água antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, servindo como fonte suplementar de abastecimento do uso original. Consiste em um caso particular de reúso direto planejado.

Outras duas terminologias para o reúso de água foram criadas (WESTERHOFF, 1984. *apud.* BREGA FILHO, MANCUSO; 2003), sendo classificados não em função do seu tratamento recebido, mas exclusivamente da exigência e dos fins de utilização. A partir desta classificação podem ser estabelecidos os parâmetros e os limites críticos para a regulamentação da qualidade da água de reúso.

- Reúso potável direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. HESPANHOL (1999) adverte que devido à presença de organismos patogênicos e de compostos orgânicos sintéticos, principalmente naqueles oriundos de estações de tratamento de esgotos, o reúso potável é uma alternativa associada a riscos muito elevados, o tornando geralmente impraticável. Além disso, os custos dos sistemas de tratamento avançados necessários, tendem à inviabilidade econômico-financeira do abastecimento público, não havendo ainda, garantia de proteção adequada da saúde dos consumidores. Por esse motivo, a responsabilidade pela remoção de um determinado contaminante não deve ser atribuída a um único processo ou operação.

- Reúso potável indireto: caso particular em que o efluente, após tratamento, é disposto na junto às águas superficiais ou subterrâneas para diluição ou purificação natural. A montante deste ponto ocorre a captação e o tratamento da mistura do efluente tratado com a água do corpo receptor, sendo encaminhado finalmente ao consumo, como água potável.

- Reúso não potável: Esta modalidade é aplicada a todas as formas de reúso cuja potabilidade da água não é exigida, sendo esse o tipo de reúso mais comum. Nesse caso estão abrangidos os usos para fins recreacionais, fins agrícolas (tradicional na cultura oriental), fins industriais, para manutenção de vazões de cursos d'água, para recarga de aqüíferos subterrâneos, para utilizações públicas como lavação de ruas e reserva de incêndios, e para fins domésticos, onde se incluem os usos para rega de jardins, lavagem de calçadas e para descargas sanitárias. Devido à não potabilidade, normalmente requerem sistemas duplos de distribuição de água, ou sistemas duais, os quais são alimentados de um lado por água potável e de outro pela água de reúso não potável. Este fato pode se constituir em constante risco à saúde dos usuários.

4.4.2 Formas de reúso

Conforme HESPANHOL (2003), as diferentes possibilidades de reúso de água dependem de fatores como condições de demanda, características institucionais, tecnologia aplicável e demais peculiaridades pontuais.

Em 2002 um Grupo Técnico de Trabalho sobre Reúso de Água foi criado (GT/REÚSO), no Ministério do Meio Ambiente, visando constituir um elemento fundamental para institucionalizar, regulamentar e promover a implantação da prática do reúso de água no Brasil, além de estabelecer diretrizes básicas para a elaboração de uma resolução oficial sobre o tema (LEITE, 2003). Junto ao relatório

produzido pelas reuniões do GT/REÚSO (2002), outras publicações se referem prioritariamente às formas potenciais de reúso de água no Brasil, entre elas HESPANHOL (2003) e o CIRRA (2002) – Centro Internacional de Referência em Reúso de Água. As três obras citam como maiores exemplos aplicáveis de reúso de água no Brasil as relacionadas ao meio agrícola, ao industrial, à recarga de aqüíferos, à recreação, à aqüicultura e ao reúso urbano. São modalidades que não são consideradas exclusivas, podendo mais de uma delas ser empregada simultaneamente em um mesmo município ou região.

4.4.2.1 Reúso agrícola:

O setor agrícola utiliza aproximadamente 70% do uso consuntivo total de água no Brasil. Essa demanda significativa, associada ao caráter consuntivo do consumo agrícola e ao risco de escassez de recursos hídricos leva a ponderar que as atividades agrícolas devem receber atenção considerável para institucionalizar, promover e regulamentar o reúso de efluentes tratados.

Outros fatores favorecem a aplicação de efluentes tratados para irrigação. Entre eles destacam-se a segurança crescente de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos se as precauções adequadas forem efetivamente tomadas, além disso, acrescenta-se o fato do custo elevado de fertilizantes (enfatizando que efluentes domésticos são ricos em nutrientes) e ainda o reconhecimento pelos órgãos gestores de recursos hídricos sobre importância desta prática e por último o aumento da aceitação sociocultural ocidental.

4.4.2.2 Reúso industrial:

As atividades industriais no Brasil respondem por aproximadamente 20% do consumo de água, sendo que, pelo menos 10% é extraída diretamente de corpos d’água e mais da metade é tratada de forma inadequada ou não recebe nenhuma forma de tratamento.

Em função da sistemática de outorga e cobrança pelo uso da água, que vem sendo implementada pela ANA, a indústria será duplamente penalizada, tanto em termos de captação de água quanto em relação ao lançamento de efluentes. O reúso e a reciclagem na indústria passam a se constituir, portanto, ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial, colaborando com maior competitividade da empresa.

O reúso de água industrial pode ser praticado sob escala macro externa ou macro interna. A primeira é efetuada por companhias de saneamento que fornecem esgotos tratados como água de utilidade para um conjunto de indústrias, sendo normalmente viável se houver um complexo adensado de indústrias associadas. O reúso macro interno abrange um sistema interno de reciclagem da água em que o efluente de uma indústria é tratado e novamente utilizado em outro ou no mesmo processo.

Os processos mais comuns para o reúso industrial são para utilização nas caldeiras, torres de resfriamento, lavagem de peças e equipamentos, lavadores de gases, operações de lavagens intermediárias para pinturas, entre outros.

4.4.2.3 Reúso para recarga de aqüíferos:

As reservas de água subterrâneas são alimentadas de maneira contínua ou intermitente através de áreas de recarga naturais, tais como lagos, rios, campos irrigados ou diretamente, pela infiltração de águas de chuva.

A prática da recarga de aqüíferos pode ser relevante em alguns municípios com alto consumo de água subterrânea para abastecimento, pois em muitos casos a recarga natural de aqüíferos vem sendo reduzida pelo aumento de áreas impermeabilizadas.

A recarga artificial de aqüíferos com efluentes tratados pode ser empregada para suprir, ou reduzir, o déficit de água consumida e aumentar a disponibilidade de água em aqüíferos potáveis ou não potáveis, pode ainda proporcionar tratamento adicional de efluentes, prevenir subsidência do solo ou a intrusão de cunha salina em aqüíferos costeiros e proporcionar reservatórios de água para uso futuro.

4.4.2.4 Reúso no meio ambiente:

A aplicação de reúso de água no meio ambiente pode ser abrangente, possuindo opções de emprego para diversos usos sendo algumas delas empregadas intencionalmente pelo poder público e outras não. A água de reúso pode ser utilizada na criação ou melhoria de ambientes aquáticos para fins de recreação ou de preservação de espécies aquáticas, lagos para natação, passeios de barco, pesca recreativa ou fins paisagísticos, mesmo com águas recuperadas de esgotos tratados.

Como critérios gerais, a água não pode apresentar aspecto e cheiro objetáveis e não deve conter teores de nutrientes que levem ao crescimento descontrolado de algas, ou características que favoreçam a proliferação de microrganismos patogênicos, ou ainda, grandes concentrações de compostos químicos potencialmente tóxicos, características estas que variam em função do tipo de contato dos usuários com a água.

4.4.2.5 Reúso urbano:

No setor urbano, o potencial de reúso de efluentes é muito amplo e diversificado. Entretanto, usos que demandam água com qualidade elevada, requerem sistemas de tratamento e de controle avançados podendo levar a custos incompatíveis com os benefícios correspondentes. No contexto urbano esgotos tratados podem ser utilizados para fins potáveis e não potáveis.

4.4.3 Reúso urbano para fins potáveis:

A presença de organismos patogênicos, metais pesados e compostos orgânicos sintéticos na grande maioria dos efluentes disponíveis para reúso, principalmente naqueles oriundos de estações de tratamento de esgotos de pólos industriais expressivos, classifica o reúso potável como uma alternativa associada a riscos muito elevados. Além disso, os custos dos sistemas de tratamento avançados necessários podem levar à inviabilidade econômico-financeira do abastecimento público.

Entretanto, caso seja imprescindível implementar o reúso urbano para fins potáveis, devem ser obedecidos alguns critérios básicos, como: a utilização apenas de sistemas de reúso indireto; o uso exclusivo de esgotos domésticos devido ao caráter diversificado dos efluentes industriais, o emprego de barreiras múltiplas nos sistemas

de tratamento para não depender de apenas um processo para a remoção de determinado contaminante; a aceitação e o reconhecimento públicos e definição do compromisso técnico, financeiro e moral pelas entidades encarregadas do planejamento; a implementação e a gestão do sistema de reúso.

Desde a fase de planejamento, os programas de reúso para fins potáveis devem se motivo de ampla divulgação e discussão com todos os setores da população envolvida.

4.4.4 Reúso urbano para fins não potáveis:

O reúso urbano não potável envolve riscos menores e deve ser considerado como a primeira opção de reúso na área urbana. Entretanto, cuidados especiais devem ser tomados quando ocorre contato direto das pessoas com a água a ser reusada.

Entre as potenciais formas de reúso não potável de água podem ser destacadas:

- Irrigação de parques e jardins públicos, de campos esportivos, de arborização urbana;
- Reserva de proteção contra incêndios;
- Controle de poeira em obras de execução de aterro, em movimentos de terra, na lavagem de agregados ou na produção de concreto;
- Limpeza de tubulações de drenagem pluvial ou esgotamento sanitário;
- Lavagem de trens e ônibus públicos;
- Reúso de águas cinza, mais comuns em residências, com aplicação principalmente em descargas sanitárias, lavagem de calçadas ou garagens.

Alguns dos principais problemas associados ao reúso urbano não potável de água são relativos aos custos elevados de sistemas duplos de distribuição, dificuldades operacionais e riscos potenciais de ocorrência de conexões cruzadas. Entretanto, os custos devem ser considerados em relação aos benefícios de se conservar água tratada e de, eventualmente, eliminar ou adiar a necessidade de investimento de novos mananciais para abastecimento.

4.5 Qualidade e aceitação pública do reúso de água residencial

4.5.1 Qualidade da água de reúso não potável

A questão da qualidade final da água reusada constitui um ponto de fundamental importância nos estudos de reúso, pois pode apresentar riscos ambientais e de saúde pública, sendo que sua aceitação é influenciada, entre outros, pelo aspecto econômico e político de uma determinada região.

Segundo JORDÃO (2006), um fórum promovido pela IWA – *International Water Association* – verificou que os países desenvolvidos praticam a combinação “padrões de qualidade extremamente exigentes - altos custos - baixíssimos riscos”, enquanto os países em desenvolvimento que já iniciaram a prática do reúso da água

vêm adotando tecnologias mais simples, compatíveis com suas disponibilidades econômicas: “tecnologias simples - baixo custo - riscos controlados”.

Diversas normas regulamentam a qualidade da água de reúso pelo mundo, inclusive para utilizações específicas como em descargas sanitárias. Entre algumas regiões que possuem essas normatizações estão inclusos o Japão, Austrália, Alemanha e alguns estados norte-americanos, de acordo com um manual publicado pela Usepa/Usaid (2004) – *U. S.* Environmental Protection Agency / *U. S. Agency for International Development*.

Se existem certas legislações quanto ao reúso de água em alguns países, o Brasil ainda se encontra em fase embrionária na efetivação e regulamentação da técnica, porém com grande potencial de crescimento. Na Tabela 5 são expostos alguns limites estabelecidos para reúso em descarga de vasos sanitários em duas diferentes recomendações. A primeira é através de padrões propostos pelo Manual da FIESP/ANA/SINDUSCON-SP (2005), em que o reúso de água para descargas sanitárias é enquadrada como sendo de classe 1. A segunda recomendação é através da NBR 13.969/97, que dispõe entre outros sobre a disposição final de efluentes líquidos dos tanques sépticos, incluindo como uma alternativa o reúso para diversas formas, e considera a utilização para descargas sanitárias como de Classe 3.

Tabela 5 - Normas brasileiras para reúso de águas em descarga sanitária NBR 13.969/97 e padrões propostos no Manual da FIESP/ANA/SINDUSCON-SP (2005)

Parâmetros	Manual de Conservação e reúso de água em edificações Classe 1 (FIESP/ANA/SINDUSCON-SP, 2005)	NBR 13.969/97 item 5.6.4 Classe 3
pH	6,0 – 9,0	-
Cor UH	= 10	-
Turbidez NTU	= 2	< 10
Óleos e Graxas (mg/l)	= 1	-
DBO (mg/l)	= 10	-
Coliformes Fecais NMP/100ml	Não detectável	< 500
Compostos Orgânicos Voláteis	Ausente	-
Nitrato (mg/l)	= 10	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	= 20	-
Nitrito (mg/l)	= 1	-
Fósforo Total (mg/l)	= 0,1	-
SST (mg/l)	= 5	-
SDT (mg/l)	= 500	-

FONTE: GONÇALVES, BAZZARELLA, PHILLIPPI; 2006

De forma generalizada, sente-se muito a falta de uma definição dos padrões, principalmente microbiológicos, aceitáveis para a presença de microrganismos sem que haja riscos à saúde. Segundo BLUM (2003), uma evidência disso são as disparidades quanto às legislações observadas nos padrões microbiológicos dos países que já possuem tal regulamentação, ou mesmo nas recomendações nacionais

existentes. Para o estabelecimento destes padrões, deverão ser levados em conta os vários reúsos possíveis, os diversos níveis de contato usuário-água e os graus de risco sanitário para um mesmo nível de contaminação microbiológica.

Em 2006 houve a publicação da Resolução n.º 54, estabelecendo modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2006). Apesar deste avanço, a legislação brasileira não possui regulamentação específica estabelecendo critérios legais para a qualidade de água de reúso. Até este ano, o Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente - situava-se em processo de discussão dos padrões de qualidade para diversos fins de água de reúso, existindo, entretanto, uma corrente mais exigente, guiando-se pelos padrões norte-americanos e outra mais flexível, buscando contemplar os aspectos econômicos do processo (GONÇALVES, BAZZARELLA, PHILLIPPI; 2006).

4.5.2 Aceitação pública do usuário de reúso de água

Conforme BLUM (2003), para que a aceitação da água de reúso pelos usuários seja positiva, depende de que a água reusada atenda às exigências de qualidade inerentes ao uso a que ela se destina, não devendo causar nenhum tipo de objeção devido à sua qualidade estética. Partindo deste princípio, se o objetivo fundamental for o uso em descargas sanitárias, por exemplo, é recomendável que a água de reúso produzida a partir de água cinza possua baixa turbidez, cor reduzida e ausência de odor desagradável (HESPANHOL, 2003).

O argumento de BLUM (2003) é que se a água apresentar aspecto ou odor desagradável, o usuário tende a rejeitá-la, pois se consideram a possibilidade de que águas turvas ou coloridas, dependendo da substância causadora, provoquem o aparecimento de manchas em louças sanitárias. Mais que isso, os sentidos humanos podem considerá-la “suja”, ou “contaminada”, portanto inadequada, configurando uma barreira psicológica.

Em pesquisa realizada por COHIM & COHIM (2007) com 77 professores do Ensino Fundamental, na Bahia, foi concluído que os itens de maior preocupação quanto à qualidade e segurança da água para a aceitação do reúso residencial são em relação à presença de microrganismos e odor (37% e 35% dos entrevistados, respectivamente).

Outras barreiras psicológicas estão associadas ao fator de aceitabilidade ao reúso: a “história de uso” da água e a sua fonte. COHIM & COHIM (2007) observou, por exemplo, que o reúso de água oriunda da própria residência seria mais aceitável do que da água originada de outras fontes (vizinho, bairro, áreas públicas), e que a água de chuva e águas cinza seriam mais aceitáveis que águas de esgoto primário tratada.

HESPANHOL (2003) afirma que a qualidade da água utilizada e o objeto específico do reúso deverão estabelecer os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados, os custos de capital, de operação e de manutenção associados.

Como existe no Brasil pouca experiência em reúso planejado e institucionalizado, é necessário investir em projetos pilotos. HESPANHOL (2003)

sugere que unidades experimentais devem cobrir todos os aspectos das diversas modalidades de reúso, e deverão fornecer subsídios para o desenvolvimento de padrões e códigos de prática, adaptados às condições e características nacionais. Uma vez concluída a fase experimental, as unidades piloto serão transformadas em sistemas de demonstração, objetivando treinamento, pesquisa e o desenvolvimento do setor.

4.6 Pesquisa sobre instalação de reúso de água em sete residências de Cuiabá

4.6.1 Início

Buscando colaborar com a redução dos problemas de gestão urbana de forma a amenizar a pressão que a população aplica sobre os recursos hídricos, um projeto visando à aplicação de métodos alternativos para o reúso de água residencial foi implantado em Cuiabá, Mato Grosso, sendo estudado inicialmente por MOURA (2003), seguido por BRANDÃO (2004) e por LIMA *et. al.* (2006).

O projeto teve início com a observação de uma professora adjunta pela Universidade Federal de Mato Grosso e dona de casa que inconformada com a falta de água em sua residência cada vez que lavava roupas, passou a observar o alto consumo de água de sua máquina de lavar, tipo automática com capacidade de 8 kg.

Resolveu então a armazenar a água descartada pela sua máquina em tambores, para posterior uso na lavagem de calçadas, rega de plantas e nas descargas sanitárias, transportando-a por baldes. Após esta adaptação a falta de água em sua residência passou a ser rara, levando a constatar que um dos maiores consumidores de água era a máquina de lavar roupas.

Sabe-se que geralmente as máquinas automáticas com carregamento superior possuem ciclo triplo de funcionamento, de modo que o tambor onde é realizada a lavação da roupa é preenchido por água três vezes seguido pelo descarte. No primeiro ciclo da lavagem a água é batida com sabão, e nos demais para enxágüe. As máquinas de lavar roupas não possuem um padrão especifico de consumo de água, sendo que as indústrias não fornecem facilmente essas informações. Na Europa, por exemplo, recebem o selo ecológico somente os aparelhos que possuam um consumo específico de água igual ou inferior a 17 l/kg de roupa (ALVES; ROCHA; GONÇALVES, 2006).

4.6.2 Desenvolvimento

Passado determinado tempo, foi projetado um sistema visando armazenar toda a água da máquina de lavar roupas diretamente em um reservatório próximo à lavanderia, em nível inferior a esta, denominado “caixa d’água inferior de reúso”. Através de bomba elétrica, seria feito o recalque a uma “caixa d’água superior de reúso”, situado sobre a casa, próximo à “caixa de água potável para abastecimento”. Da caixa d’água superior de reúso sairia uma tubulação independente que abasteceriam as descargas sanitárias e outra destinada a uma torneira externa, para a utilização em lavagem de pisos, de calçadas, de garagem e rega de plantas.

A experiência no armazenamento de 100% da água despejada pela máquina de lavar não foi ideal, pois a alta concentração de matéria orgânica provinda das roupas e do sabão do primeiro dos três descartes provocava forte odor com o armazenamento após algumas horas, tornando desagradável sua reutilização no interior da residência, mesmo que em bacias sanitárias. Optou-se então na retenção somente pelas águas de enxágüe, ou seja, o segundo e o terceiro descartes, pois suas características são de água com menor concentração de sabão e matéria orgânica. Isso permitiria que fossem armazenadas e utilizadas as águas de enxágüe (segundo e terceiro descartes) sem prejudicar os sentidos olfativos.

Primeiramente a água do segundo e terceiro descarte passou a ser separada manualmente por meio de mangueira para a caixa d'água inferior de reúso. Posteriormente HAYASHI *et. al.* (2002) desenvolveu um dispositivo separador de águas a ser instalado em máquinas de lavar roupas do tipo "mecânicas", com funcionamento por "bombas elétricas". Este dispositivo permite a separação automática da água de lavagem da de enxágüe, facilitando o manuseio do sistema para reúso.

Após o projeto piloto de reúso de água instalado, houve períodos nesta residência em que não se lavava roupa em quantidade suficiente para o armazenamento de água para suprir a demanda de descargas na residência. Necessitou-se então a adaptação das caixas de descarga do banheiro de forma que ficassem à disposição do usuário duas caixas de descarga: uma de reúso e, em caso de falta desta água, a segunda, contendo água potável.

Devido ao aspecto incomum no banheiro, contendo duas caixas de descarga, sentiu-se a necessidade de modificar o sistema visando impactar o mínimo possível os usuários no referente à estética.

Como solução, foram interligados os dois reservatórios de água superiores, de forma que estes seriam controlados por uma bóia (número 12, da Figura 2) e uma válvula de retenção horizontal, possibilitando que no caso da falta de água na caixa superior de reúso (6), esta seria abastecida pela caixa superior de água potável (9) com quantidade suficiente para a descarga (8). Ao mesmo tempo impossibilitando o retorno de água da caixa de reúso à caixa de água potável, impedindo assim a contaminação desta com a água do enxágüe de roupas (7).
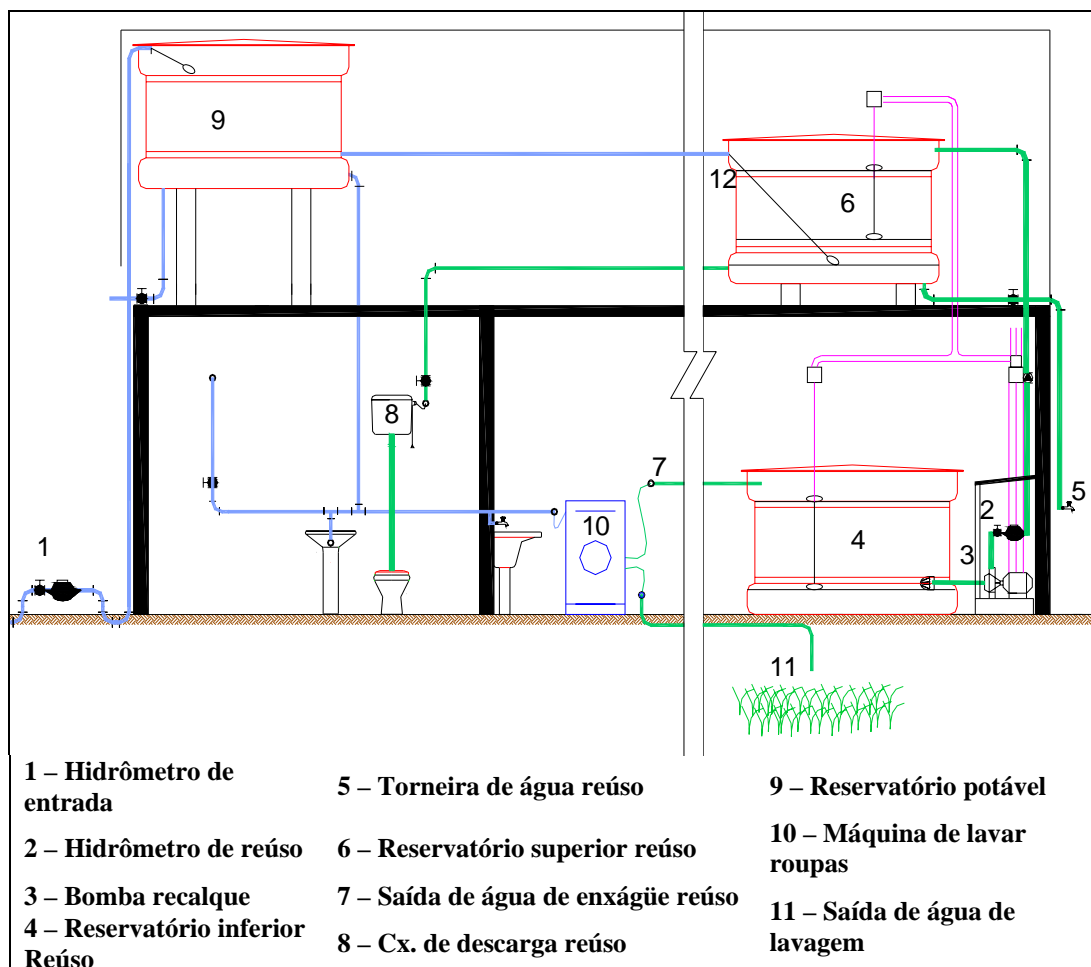
Figura 2 - Projeto simplificado do sistema de aproveitamento do enxágüe da lavagem de roupas para reúso em descargas sanitárias, lavagem de calçadas e molhagem de plantas.
FONTE: Adaptado de MOURA (2003).

4.6.3 Teor científico

Objetivando analisar a viabilidade de reutilização da água de enxágüe de roupa para descargas sanitárias, MOURA (2003) estudou esta inovação na única residência até então instalada. Neste estudo foram coletados dados de vazão mensal de água reutilizada para conhecimento do volume de água potável poupada, através de comparação entre a passagem de água entre dois hidrômetros: o de entrada de água potável (1), fornecida pela companhia de abastecimento de água, e o hidrômetro instalado antes da chegada à caixa d’água superior de reúso (2). No mesmo trabalho foram também analisadas as características físico-químicas e bacteriológicas da água de reúso em questão e por último verificada a aceitabilidade de uma parcela da comunidade universitária através da divulgação deste tema.

Dando seqüência, BRANDÃO (2004) realizou estudos semelhantes, quantificando a conservação de água durante novo período e coletando amostras para análises em laboratório físico-químico e bacteriológico, porém considerou vários períodos de retenção hidráulica da água de reúso: a partir do primeiro dia de armazenamento até nono dia, para comparar a ação do amaciante na água retida.

Em ambos os trabalhos foram apresentados resultados positivos, com a conservação do volume de água em torno de 20%, ausência de coliformes e resultados físico-químicos, de forma geral, aceitáveis para a utilização em descargas sanitárias, rega de jardins e lavação de calçadas.

4.6.4 Projeto de ampliação a outras residências

Com o apoio de LIMA *et al.* (2006), um projeto fomentado pela Fapemat possibilitou a adaptação deste sistema de reúso de água em sete residências na cidade de Cuiabá. Esta pesquisa visou inicialmente o estudo sobre reúso de água apenas em residências localizadas no Bairro Parque Cuiabá, situado na região sul da cidade, devido principalmente aos problemas de abastecimento de água da região, entre eles a intermitência no seu fornecimento, conforme apontado por FUNASA/MS (2005). Devido a algumas dificuldades encontradas na obtenção das residências para o estudo, foi necessária a abrangência de outros locais em Cuiabá, incluindo então o bairro Jardim Europa e o Residencial dos Guimarães, localizado no bairro Jordão.

A primeira instalação ocorreu em julho de 2005, enquanto a sétima, e última, em setembro de 2006, com monitoramento quantitativo e físico-químico até outubro de 2006 e resultados de reaproveitamento de água próximos a 20%, havendo considerável variação entre os meses e as residências estudadas. Estas foram nomeadas de A a G, conforme a ordem cronológica de instalação.
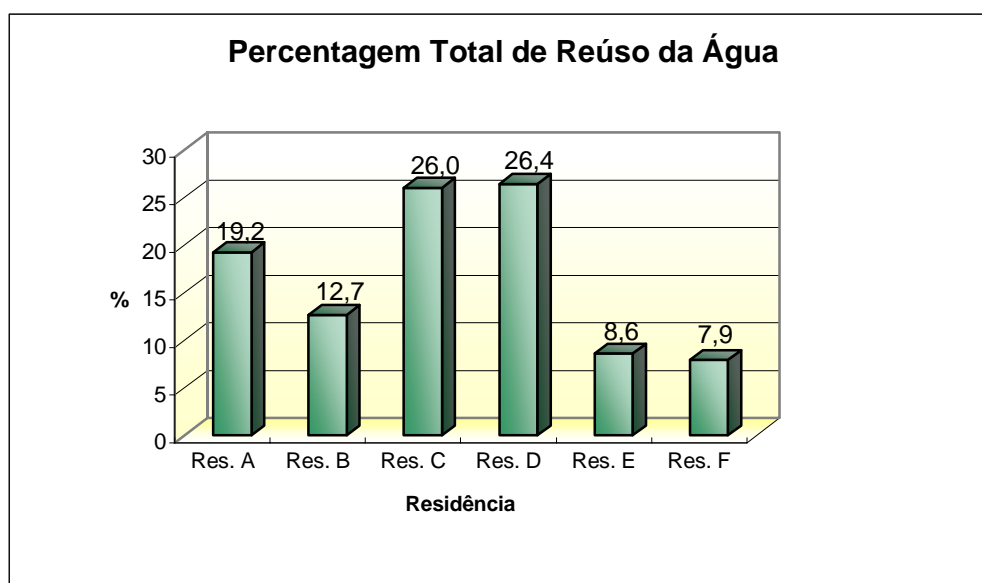
Figura 3 – Quantidades gerais de água reusada em cada residência
FONTE: LIMA *et. al.* (2006)

Uma consideração a respeito da sétima residência, denominada “G”, é que esta não pôde ter os dados de reaproveitamento de água registrados, uma vez que a residência não dispunha de hidrômetro de entrada de água potável fornecida pela companhia de abastecimento – Sanecap – sendo que o mesmo foi instalado somente após a conclusão do período da coleta.

Algumas observações foram apontadas por LIMA *et. al.* (2006) referente à conservação de água em determinadas residências:

(I)O consumo de água de enxágüe não possui grande variação, possibilitando a afirmação de que fator importante para a excelente conservação de água é seu uso racional nas atividades residenciais com água potável, já que nos meses em que o consumo de água da rede foi baixo, a percentagem de reúso foi alta; esta observação pode ser feita principalmente nas residências B, C e D.

(II)A quantidade de lavagens de roupa e sua distribuição durante a semana é outro fator importante, pois quando a roupa acumulada durante toda a semana é lavada em um único dia, a quantidade de água de enxágüe reaproveitada é limitada pelo volume de seu reservatório, por vezes extravasando; se a roupa é lavada ao longo da semana, a água de enxágüe para reúso é proporcionalmente distribuída e melhor aproveitada.

(III)Alguns modelos de máquina de lavar roupas são mais econômicos que outros em função principalmente do ciclo de funcionamento e do volume de água que a máquina comporta em cada ciclo. Para um estudo de viabilidade econômica é importante saber exatamente o volume de água que poderá ser reaproveitado, pois algumas máquinas de lavar roupas como a utilizada na residência F são, por fabricação, mais econômicas que as demais.

PAES *et. al.* (2007) acrescenta que foram encontradas muitas dificuldades para a implantação do projeto como um todo, desde a escolha de residências com características físicas que permitam a adequação para implantação do sistema de reúso, passando pela aceitação dos moradores a adotar o sistema e ainda a adaptação dos usuários em relação mudança de hábitos com a prática de reúso. Outra dificuldade detectada foi em relação à necessidade da separação manual das águas de lavagem e de enxágüe, já que os dispositivos separadores automáticos não puderam ser instalados nas máquinas por questões técnicas.

Finalizado o projeto, algumas recomendações de aspecto relevante foram apresentadas por PAES *et. al.* (2007):

(I)Aplicação do sistema de reúso de água nas etapas de planejamento e construção das residências, pois com o prévio planejamento durante a edificação, os custos de implantação serão reduzidos. Além do fator custo, ao ser planejado o sistema hidráulico da residência evita-se a exposição das instalações que pode comprometer a estética da obra trazendo a objeção a sua utilização.

(II)Aperfeiçoamento e desenvolvimento do dispositivo separador de águas de lavagem e de enxágüe para outros modelos de máquinas de lavar roupas além das do tipo mecânicas com funcionamento por bombas elétricas. A separação automática das águas significa maior comodidade e menor mudança de hábitos, tendendo a elevar o grau de aceitação do usuário frente a este sistema de reúso, além de evitar o desperdício por esquecimento de separação manual no momento certo, ou a mistura da água de enxágüe pela água de lavagem, na caixa d’água inferior de reúso.

(III)A análise do projeto de implantação dos sistemas de reúso nos âmbitos comportamental dos usuários e técnico do sistema apontaria as falhas e o modo de corrigi-las. Isto permitiria melhor aproveitamento das experiências realizadas e dos resultados obtidos, visando à continuidade da aplicação do sistema em escala maior.

5 ÁREA DE ESTUDO

O projeto de reúso de água teve seus sistemas instalados em sete residências de três bairros de Cuiabá, na seguinte distribuição:

- Parque Cuiabá: 4 residências (Res. A, B, C e D);
- Jardim Europa: 2 residências (Res. E e F);
- Residencial dos Guimarães, localizado no bairro Jordão (popularmente conhecido como Chácara dos Pinheiros): 1 residência (Res. G).

5.1 Parque Cuiabá

Criado a partir de um conjunto habitacional na década de 1980. Localiza-se na Região Administrativa Sul (em destaque na Figura 4), situado à esquerda da Rodovia Palmiro Paes de Barros (MT-040), via de acesso ao município de Santo Antônio do Leverger. Limita-se com os bairros Jardim Mossoró, Residencial Coxipó, Parque Atalaia, Parque Geórgia e com o loteamento Real Parque.

Sua área é de aproximadamente 256 ha, e segundo dados do ano 2000 residiam 9.368 habitantes em 2.757 domicílios, sendo caracterizado segundo CUIABÁ (2007) como de densidade demográfica médio-alta e de renda média. Enfatiza-se que as quatro residências com o sistema de reúso de água implantado possuem características gerais semelhantes às demais do Parque Cuiabá.

O bairro possui duas estações elevatórias de esgoto, o sistema público de esgotamento sanitário é do tipo convencional isolado, com sistemas de coleta e tratamento precários. O abastecimento de água potável fornecido pela Companhia de Saneamento da Capital - Sanecap - é tratado na ETA - Estação de Tratamento de Água do Parque Cuiabá, cujo manancial é o Rio Cuiabá (Sanecap, 2007).

Apesar de possuir uma ETA no próprio bairro, são comuns a muitos moradores os problemas com abastecimento de água tanto em quantidade quanto em qualidade. Os motivos principais são: o fornecimento intermitente de água potável, a má execução das obras de assentamento dos tubos de água e esgoto e o fato de haverem muitas ligações clandestinas na região. O bairro ainda possui um baixo índice de hidrometração.

5.2 Jardim Europa

O bairro Jd. Europa, criado a partir da construção do Núcleo Habitacional de mesmo nome no início da década de 1980, localiza-se na Região Administrativa Leste (Figura 4). Limita-se com o Rio Cuiabá, e com os bairros do Terceiro, Jardim Paulista e Grande Terceiro. Com área de 56,54 ha., segundo CUIABÁ (2007), possuía no ano 2000, 493 domicílios e 1.664 habitantes, caracterizado como de densidade demográfica médio-alta e renda média, sendo que as duas residências que receberam o sistema de reúso de água são padrões à média geral do bairro. Observa-

se a presença de diversas repúblicas e apartamentos para estudantes devido à proximidade com universidades.

Quanto aos serviços de saneamento, o sistema é do tipo convencional integrado com tratamento de esgotos por lodos ativados com aeração prolongada na Estação de Tratamento de Esgotos Dom Aquino (Zanildo da Costa Macedo). A água potável oferecida pela Sanecap é tratada na ETA II, com estação de captação de água no Rio Cuiabá (Sanecap, 2007).

5.3 Jordão

O bairro Jordão (Figura 4), popularmente conhecido como Chácara dos Pinheiros, onde é encontrado o Residencial dos Guimarães ao Norte, localiza-se na Macrozona Urbana Sul de Cuiabá. Faz vizinhança com os bairros Coxipó, Jardim das Palmeiras, Boa Esperança, Santa Cruz e Cachoeira das Garças, os três últimos localizados na margem oposta do Rio Coxipó, uma referência importante do bairro e que se estende ao longo de toda sua extensão de Noroeste a Nordeste. A ocupação do bairro se efetivou no período de 1961 a 1990 (CUIABÁ, 2007).

Possui área de aproximadamente 53,8 ha. com população de 1255 habitantes em 350 domicílios até o ano 2000, e densidade demográfica médio-alta. Segundo a classificação quanto à renda dos bairros de Cuiabá, o Jordão está caracterizado como de renda médio-baixa. Apesar dessas características, o Residencial dos Guimarães difere do restante do bairro em que está inserido, sendo perceptível a elevação dos padrões dos domicílios, os quais provavelmente se enquadrariam entre as classificações de renda médio-alta a alta da cidade.

Não há no bairro sistema de esgotamento sanitário, sendo os residentes obrigados a encaminhar os efluentes de seus domicílios em tanques sépticos ou sistema alternativo. O abastecimento de água no bairro Jordão é garantido pela ETA Coophema, com manancial no Rio Coxipó (Sanecap, 2007). Durante as visitas ao Residencial, em nenhuma habitação foi encontrado hidrômetro instalado, com exceção da única que recebeu o sistema de reúso de água, por ser requisito mínimo do grupo de pesquisa sobre reúso de água.
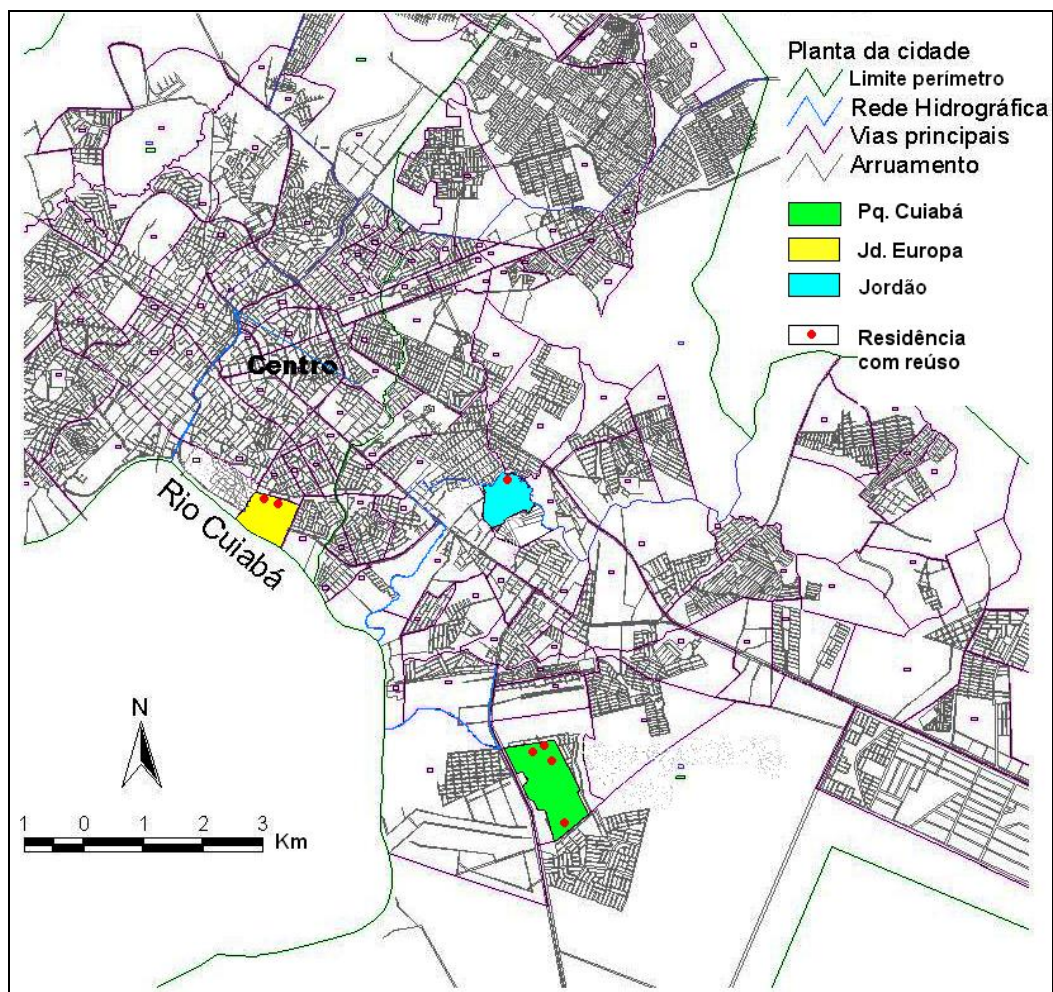
Figura 4 - Parte do município de Cuiabá com localização dos bairros Pq. Cuiabá, Jordão e Jardim Europa
FONTE: Adaptado de FUNASA/MS (2005).

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Análise econômica

Em todas as residências que receberam o sistema de reúso de água foi necessário adaptar a instalação hidráulica, pois elas já haviam sido construídas sem a previsão de recebimento de tal sistema. Devido à característica de adaptabilidade, viu-se a necessidade de comparar a disposição deste sistema em duas circunstâncias diferentes quanto à viabilidade econômica: a primeira é como foi aplicada na pesquisa, ou seja, com a residência construída e o sistema de reúso precisando ser ajustado; a segunda situação é simulando o sistema de reúso de água previsto no planejamento da construção da residência.

Em ambos os casos, o cálculo sobre a viabilidade econômica foi obtido a partir do método do custo-benefício. Segundo HIRSCHFELD (1984), este método pode ser empregado tanto na análise de obras públicas quanto particulares, sejam elas pequenas ou grandes.

A análise consiste em um balanço entre os custos e os benefícios. Os custos são avaliações específicas, tendem a endividar o empreendimento, como a implantação, a operação e a manutenção. Os benefícios consistem em tudo que beneficiará o empreendimento previsto, incluindo tanto os ganhos sociais quanto os ganhos determinísticos (HIRSCHFELD, 1984), como o equivalente em dinheiro à economia mensal de água. Julgando que haverá um mínimo de ganho social, o investimento será considerado viável a partir do momento que o valor do benefício superar o valor do custo gasto até este mesmo momento:

$$\mathbf{B - C = 0} \qquad \text{Eq. 1}$$

Sendo:

B – Somatória dos benefícios (R$);
C – Somatória dos custos (R$).

Considerando-se que os benefícios concernentes à economia financeira na conta de água devido ao reúso e os custos com manutenção serão acrescidos a cada mês, e ainda que o custo relativo à implantação do sistema será fixo e único, o empreendimento será considerado viável quando a Equação 2, em função de um dado consumo mensal de água, for verdadeira.

$$\mathbf{(n_x B - n_x C_m) - C_i = 0} \qquad \text{Eq. 2}$$

Sendo:

B – Benefício referente à redução do consumo de água mensal (R$/mês);
C_m – Custo referente à manutenção mensal (R$/mês);
Ci – Custo referente à implantação do sistema de reúso (R$);
n – Período considerado (mês).

Dessa forma, para se obter o tempo referente ao retorno do investimento para um dado consumo fixo de água, deve ser utilizada a Equação 3:

$$\mathbf{n = C_i / (B - C_m)} \qquad \text{Eq. 3}$$

6.1.1 Custos

6.1.1.1 Implantação do sistema

Por se tratar de uma comparação entre os sistemas de reúso de água instalados em uma residência já construída e outra por construir, mas com o sistema previsto no projeto, supõe-se que o valor de implantação será a principal diferença entre os dois.

O passivo para a implantação do sistema a ser aplicado em uma dada moradia já existente será calculado simulando que o residente contrate a mão de obra e compre os materiais necessários (valores atualizados em novembro de 2007) sob responsabilidade própria, não havendo, portanto, lucro de terceiros.

Quanto à cotação para a implantação do sistema de reúso de água planejado em projeto de construção de uma residência, será elaborada com base nos custos com os materiais e os serviços necessários para a implantação do sistema a partir das informações contidas nos Boletins Estimativos para Referência de Preços de Obras Civis (MATO GROSSO, 2007), elaborado pela Secretaria de Estado de Infra-Estrutura - Sinfra, através da Coordenadoria de Preços de Obras Civis, com atualização em julho de 2007. A intenção desta forma de cálculo é simular a construção desta residência por uma empresa específica para tal fim, pois no referido Boletim são inclusas as despesas com mão-de-obra (com encargos sociais de 127,32%) e com materiais, sendo acrescido sobre o total o LDI – Lucros e Despesas Indiretas – equivalente a 29,44%, conforme utilizado por MATO GROSSO (2007).

6.1.1.2 Manutenção

Serão considerados custos com manutenção os valores relativos aos gastos com a desinfecção da água de reúso por cloro e com a energia elétrica consumida pelo conjunto moto-bomba.

Utilizado com o fim de desinfecção da água de reúso, com importância principalmente quando há armazenamento desta água por vários dias, será previsto o gasto de R$4,00 por mês para aquisição de dois litros de água sanitária, ou, por opção do usuário, uma pastilha de cloro neste mesmo período.

Para a estimativa de gastos com energia elétrica, serão adotados como base os seguintes dados:

- Lavagens de roupas por mês: 12 dias;
- Tempo de funcionamento da bomba: 5 min./dia de lavagem;
- Tempo de funcionamento da bomba por mês: 60 min/mês = 1 h/mês;
- Potência da bomba centrífuga: 1/3 CV = 248 Watt = 0,248 KW;
- Tarifa sem impostos (Cemat): 0,32881 R$/KWh;
- Impostos (PIS, COFINS, ICMS): 40%.

Segundo NISKIER (1986) o valor de energia elétrica em KWh é equivalente à potência da bomba e ao tempo de funcionamento da mesma. Assim:

$$\mathbf{En = P \times T} \qquad \text{Eq. 4}$$

Sendo:
En = Energia elétrica consumida pela bomba (KWh);
P = Potência da bomba (KW);
T = Tempo de funcionamento da bomba em um dado período (h/mês).

6.1.2 Benefícios

6.1.2.1 Ganho mensal equivalente ao reúso

Para o cálculo do valor referente ao benefício mensal, devido à diminuição do consumo de água em função do reúso, será estabelecida uma proporção média de 20% de reúso sobre o consumo total em uma residência, com base em LIMA *et. al.* (2006). Com essa consideração, serão relacionados os cálculos para diversos consumos mensais.

Os valores dos diversos consumos e a redução em 20% nessa quantia serão comparados com as tarifas de água potável, categoria residencial, utilizada pela Sanecap (Tabela 6) em novembro de 2007 e, assim, relacionar o valor, em reais, proporcional a esses consumos. Sobre o valor obtido será acrescida uma taxa de 90% referente à coleta e destinação de efluentes residenciais, conforme CUIABÁ (2005).

Tabela 6 - Tarifa de água utilizada pela Sanecap

Faixa de consumo (m³)	Alíquota (R$/m³)
Até 10	1,12
11 a 20	1,68
21 a 30	2,80
31 a 40	3,70
Acima de 40	5,56

FONTE: Adaptado de CUIABÁ (2005)

6.2 Comportamento

Será discutido o método de alcance às residências para a aplicação do sistema de reúso água a fim de facilitar outros estudos que possuam a mesma temática, e

assim possibilitar o seu aprimoramento. O método envolveu apresentações e exposições em diversas instituições e áreas públicas, com foco no Bairro Parque Cuiabá, acompanhado da aplicação de questionários sobre o tema. Seguiu-se a partir daí as visitas técnicas às habitações cujos moradores demonstraram interesse na adoção deste sistema, culminando então em sete instalações na cidade de Cuiabá. Os resultados dos questionários repassados à população após as apresentações, incluindo contagem e discussão sobre as repostas, além das visitas técnicas nas residências após a análise dos 413 questionários devolvidos receberão maior atenção nesta etapa do trabalho.

A reação que os moradores de cada residência tiveram frente sistema de reúso de água em LIMA *et. al.* (2006) será descrita com base nas observações acumuladas desde o início dos trabalhos, no primeiro semestre de 2005, e com o auxílio de entrevista e questionário a ser aplicado a um representante de cada moradia que recebeu a instalação pelo projeto (Apêndice). Este questionário abordará aspectos relativos aos principais problemas encontrados na utilização do sistema ao longo do tempo, se ainda adotam ou não o sistema de reúso, se foram ou não realizadas adequações para adaptação, se foram observadas mudanças de comportamento dos residentes nas demais atividades que envolvam o uso da água, sugestões para melhoria do sistema com base na experiência obtida, entre outros.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Análise econômica

7.1.1 Custos com implantação do sistema

Com base em levantamento dos serviços e materiais utilizados para implantação do sistema de reúso em LIMA *et. al.* (2006) e correção dos valores unitários em novembro de 2007 baseado nos preços levantados em lojas de materiais de construção de Cuiabá, elaborou-se a Tabela 7 referente ao custo para adaptação do sistema em uma residência:

Tabela 7 - Custos para adaptação do sistema de reúso de água em residência já construída

Descrição de materiais	Ud.	Qt	V. Un. (R$)	V. Total (R$)
Adaptador soldável com flanges de PVC rígido para tubo soldável para caixa de água D.E. 25mm x 3/4"	Ud	6	7,70	46,20
Argamassa pronta cinza interna 20Kg	Kg	10	0,37	3,70
Torneira bóia ¾" para cx. de água	Ud	1	4,90	4,90
Bomba centrífuga com motor elétrico monofásico 1/3 CV	Ud	1	193,2	193,2
Bucha de redução de PVC rígido para tubo roscável D.E. 32 x 25mm	Ud	1	1,24	1,24
Automático de chave bóia 15A	Ud	2	24,96	49,92
Cola adesiva para PVC 175g	Ud	1	7,37	7,37
Cx. de água fibra de vidro 250L	Ud	1	88,90	88,90
Cx. de água de fibra de vidro 500L	Ud	1	114,99	114,99
Fio de cobre seção 2,50 mm², c/ isolamento para 750 v	m	7	2,76	17,94
Fita 3m isolante highland	Ud	1	5,90	5,90
Fita veda-rosca 18mm x 25m	Ud	1	4,33	4,33
Joelho 90º de PVC rígido para tubo soldável D.E. 25 mm	Ud	10	0,44	4,40
Joelho 90º soldável/roscável com bucha de latão D.E. 25mm x ¾"	Ud	2	4,22	8,44
Luva simples soldável/roscável D.E. 25mm x 3/4"	Ud	1	0,64	0,64
Luva simples de PVC Rígido para tubo soldável D.E. 25mm	Ud	1	0,49	0,49
Registro de esfera em PVC soldável D.E. 25 mm com união	Ud	1	13,88	13,88
Tela tipo mosqueteiro verde	m²	2	3,50	7,00
Torneira de jardim 1/2”	Ud	1	11,90	11,90
Tubo de PVC rígido soldável marrom 25mm	m	20	1,91	38,20
Tubo de PVC esgoto (rígido branco), série normal, com ponta e bolsa 50 mm	m	3	7,82	23,46
Válvula de retenção horizontal de esfera 3/4"	Ud	1	40,30	40,30
Válvula de retenção vertical pé com crivo 3/4”	Ud	1	19,90	19,90
Total materiais				707,20
Total mão-de-obra				350,00
Valor total				**R$ 1.057,20**

Com relação aos custos para implantação do sistema de reúso de água na fase de construção de uma residência, a cotação obtida através do Boletim Estimativo para Referência de Preços de Obras Civis (MATO GROSSO, 2007), elaborado pela Secretaria de Estado de Infra-Estrutura - Sinfra, na Coordenadoria de Preços de Obras Civis, com atualização em julho de 2007 possibilitou a apresentação dos resultados da Tabela 8:

Tabela 8 - Custos de implantação do sistema de reúso de água em residência a construir

Discriminação de materiais	Ud.	Qt	V. Un. (R$)	V. Total (R$)
Fornecimento e instalação de adaptador soldável com flanges de PVC rígido para tubo soldável para caixa de água D.E. 25mm x 3/4"	Ud.	6	7,68	46,08
Abertura e enchimento de rasgos na alvenaria, traço 1:2:8, para passagem de canalização diâmetro 1/2" a 1"	m	5	4,19	20,95
Fornecimento e instalação de torneira bóia para caixa de água em PVC 3/4"	Ud.	1	6,62	6,62
Fornecimento e instalação de bomba centrífuga com motor elétrico monofásico 1/3 CV	Ud.	1	275,4	275,4
Fornecimento e instalação de bucha de redução de PVC rígido para tubo roscável D.E. 32 x 25 mm	Ud.	1	2,04	2,04
Fornecimento e instalação de automático de chave bóia 15A	Ud.	2	28,76	57,52
Fornecimento e instalação de caixa de água de fibra de vidro, inclusive tampa, 250 litros	Ud.	1	110,58	110,58
Fornecimento e instalação de caixa de água de fibra de vidro, inclusive tampa, 500 litros	Ud.	1	131,95	131,95
Fornecimento e instalação de fio de cobre seção 2,50 mm², com isolamento para 750v	m	6,5	3,02	19,63
Fornecimento e instalação de joelho 90º de PVC rígido para tubo soldável D.E. 25 mm	Ud.	10	0,47	4,70
Fornecimento e instalação de joelho 90º soldável/roscável com bucha de latão D.E. 25 mm x 3/4"	Ud.	2	5,48	10,96
Fornecimento e instalação de luva simples soldável/roscável D.E. 25 mm x 3/4"	Ud.	1	0,80	0,80
Fornecimento e instalação de luva simples de PVC rígido para tubo soldável D.E. 25 mm	Ud.	1	0,53	0,53
Fornecimento e instalação de registro de esfera em PVC soldável D.E. 25 mm com união	Ud.	1	15,81	15,81
Fornecimento e instalação de tela tipo mosqueteiro nos tubos de entrada de água dos reservatórios de reúso	m²	2	3,73	7,46
Fornecimento e instalação de torneira de jardim 1/2”	Ud.	1	14,81	14,81
Fornecimento e instalação de tubo de PVC rígido soldável marrom 25mm	m	20	2,34	46,80
Fornecimento e instalação de tubo de PVC esgoto (rígido branco), série normal, com ponta e bolsa 50 mm	m	3	8,02	24,06
Fornecimento e instalação de válvula de retenção horizontal de esfera 3/4"	Ud.	1	43,51	43,51
Fornecimento e instalação de válvula de retenção vertical pé com crivo 3/4"	Ud.	1	22,14	22,14
Valor total				**R$ 862,35**

As Tabelas 7 e 8, sobre os custos para implantação do sistema de reúso de água, permitiram observar que há uma diferença em termos financeiros equivalente a aproximadamente R$195,00 (18,4%) ao ser realizada a adaptação do sistema em uma residência construída e em outra cuja implantação é efetuada junto à sua construção.

O levantamento dos serviços e materiais necessários utilizado para produzir a Tabela 7 foi realizado em novembro de 2007 e o Boletim Estimativo para Referência de Preços de Obras Civis (MATO GROSSO, 2007), utilizada como fonte para o desenvolvimento da Tabela 8, foi elaborado com base em preços de julho do mesmo ano. Apesar da diferença de quatro meses entre a atualização entre os dois, deve ser entendido que o saldo de R$195,00 do primeiro sobre o segundo tenha ocorrido devido à segunda hipótese de implantação ter sido considerada como parte da instalação hidráulica durante a construção da residência. Assim, custos como mão-de-obra e compra de materiais em atacado tornariam a instalação menos onerosa.

Ressalta-se que nos valores do referido Boletim estão inclusos os dispêndios com mão-de-obra, com encargos sociais de 127,32%, e materiais, acrescido o Lucro de Despesas Indiretas – LDI – do construtor, equivalente a 29,44% sobre o total. Isso possibilita a estimativa dos custos da forma como é elaborada a construção da residência.

7.1.2 Custos com manutenção do sistema

Para o cálculo, estão sendo considerados que os custos com manutenção do sistema serão referentes à desinfecção e à energia elétrica consumida pelo conjunto moto-bomba, sendo:

- Desinfecção: R$4,00/mês;
- Energia elétrica, conforme Eq. 4:

En = 0,248KW x 1h/mês = 0,248KWh/mês

As Centrais Elétricas Mato-grossenses – Rede Cemat – distribuidora de energia elétrica no Estado de Mato Grosso, realiza a tarifação de energia em R$0,329 por KWh de consumo, isento de impostos (dezembro de 2007). Assim, o custo seria de R$0,081 por mês, relativo ao consumo pela bomba responsável pelo recalque da água de reúso.

Devem-se acrescentar ainda os impostos PIS, COFINS e ICMS, cobrados sobre o valor dos custos mensais. A somatória desses impostos é variável, porém aproxima-se de 40%, portanto os gastos mensais com energia elétrica podem ser estimados em:

Custo com Energia Elétrica = R$0,081/mês x 40%
Custo com Energia Elétrica = R$0,11/mês.

- Manutenção mensal: **R$4,11**.

7.1.3 Benefícios com o ganho mensal equivalente ao reúso

O cálculo relativo ao benefício com o ganho mensal foi realizado fixando uma média geral de reúso de água equivalente a 20% do consumo total de uma residência. Foi necessário, portanto, estabelecer o consumo de água mensal nesta moradia e assim compará-lo, em termos financeiros, com o valor proporcional à

quantia equivalente ao reúso de água, em função da Tabela 6, referente à tarifa de água utilizada pela Sanecap, sendo aplicada por faixas de consumo. Destaca-se que sobre a tarifa de água potável, acrescenta-se a tarifa de coleta e disposição de efluentes, referente a 90%, já considerados na Tabela 9 adiante. Alguns consumos totais mensais são aqui expostos apenas como exemplo: 15m³, 25m³, 35m³, 45m³ e 55m³.

Tabela 9 - Relação entre o consumo e o benefício mensal na conta de água, sendo 20% de reúso

Consumo mensal (m³)	Benefício mensal (R$)
15	7,45
25	15,96
35	28,31
45	45,90
55	67,03

A Figura 3 apresentada no capítulo 4 demonstra que no projeto coordenado por LIMA *et. al.* (2006), houve residência com índice de aproveitamento de água de 7,9% enquanto outra atingiu 26,4%. Admite-se que a relação entre o consumo mensal de água potável e o seu relativo benefício devido ao reúso é bastante variável em função dos hábitos dos usuários, da adaptação ao sistema utilizado, do período do ano, das tarifas cobradas pela companhia de abastecimento, entre outros fatores. Esse fato admite que possa haver uma variação considerável nos índices da Tabela 9 apresentada.

7.1.4 Amortização dos sistemas de reúso

A partir dos valores encontrados pela Eq. 3, obteve-se o gráfico referente ao retorno de investimento em função do consumo de água (Figura 5), pressupondo 20% de reúso, para a mesma residência, considerando-se a implantação no momento da construção ou com a adaptação no sistema hidráulico no caso de residência já existente.

De princípio, observa-se na Figura 5 que para consumos reduzidos de água potável, o período de retorno é longo, enquanto que para elevados consumos de água, o período de retorno é curto. Percebe-se ainda que em relação a dois consumos de água distintos (um elevado e outro reduzido), há diferença entre a alternativa de instalação do sistema durante a construção da residência ou após sua construção, se comparados ao mesmo período de retorno.
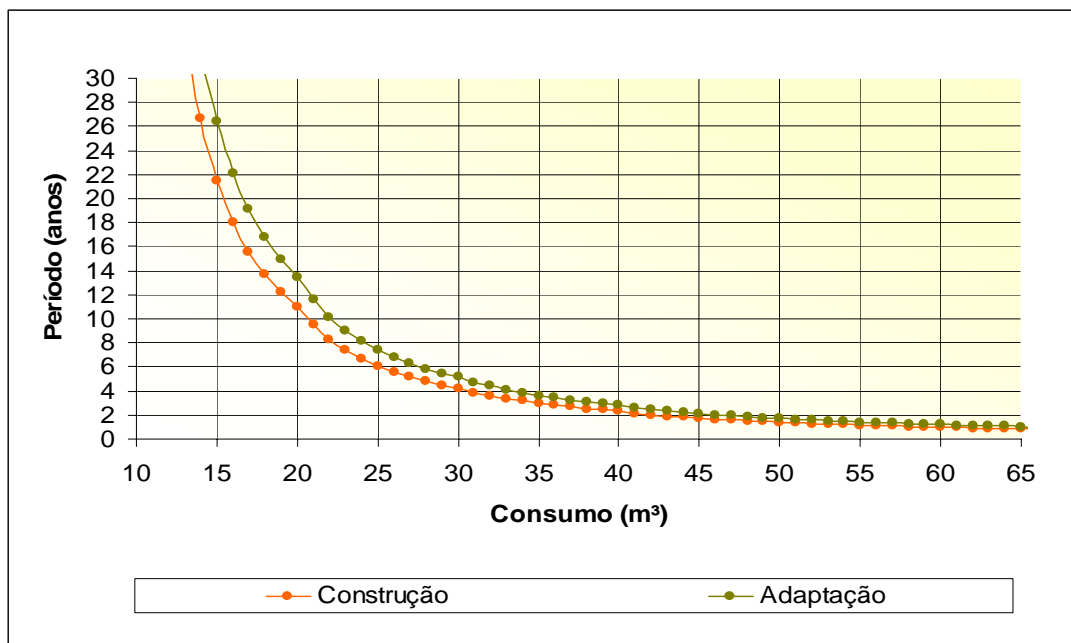
Figura 5 - Comparação do retorno do investimento em função do consumo de água para a instalação do sistema durante a construção da residência ou com adaptação do sistema

A Figura 6 consiste na representação da amortização do investimento ao longo do tempo para a condição de instalação do sistema de reúso no momento da construção da residência, em particular, analisando-se cinco consumos diferentes, sendo eles: 15m³, 25m³, 35m³, 45m³ e 55m³. Considerar-se-á recuperado o investimento quando cada linha referente ao consumo de água cruzar o eixo das abscissas, e a partir de então se obtém o retorno financeiro.
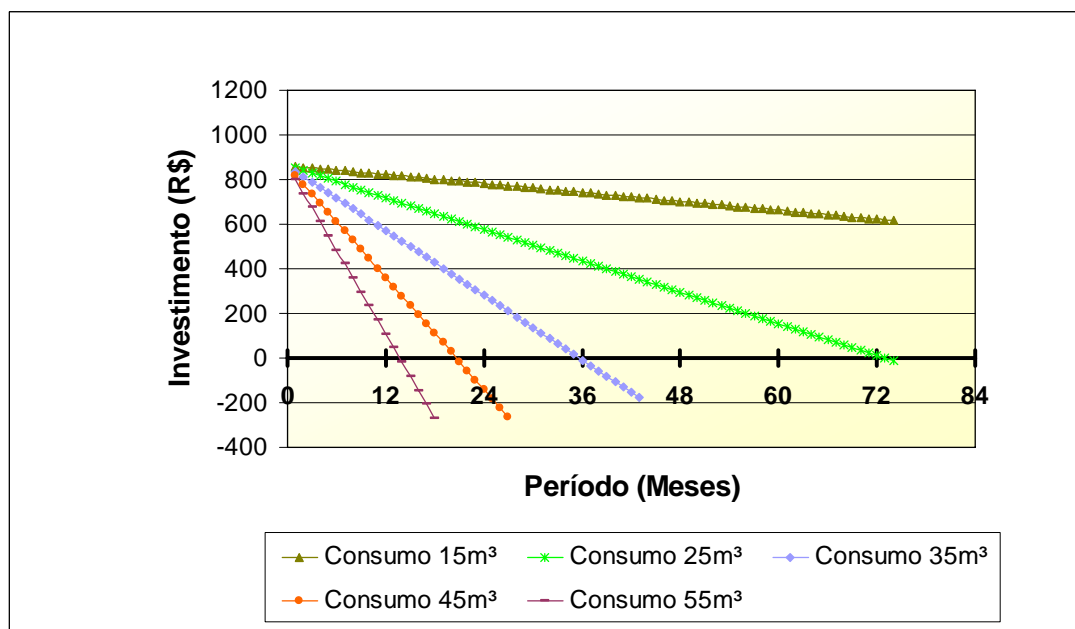
Figura 6 - Amortização do investimento na instalação no momento da construção da residência, considerando 20% de reúso

A Figura 7 representa a amortização do investimento ao longo do tempo para a adaptação do sistema de reúso em residência já construída, considerando os mesmos cinco consumos de água: 15m³, 25m³, 35m³, 45m³ e 55m³.
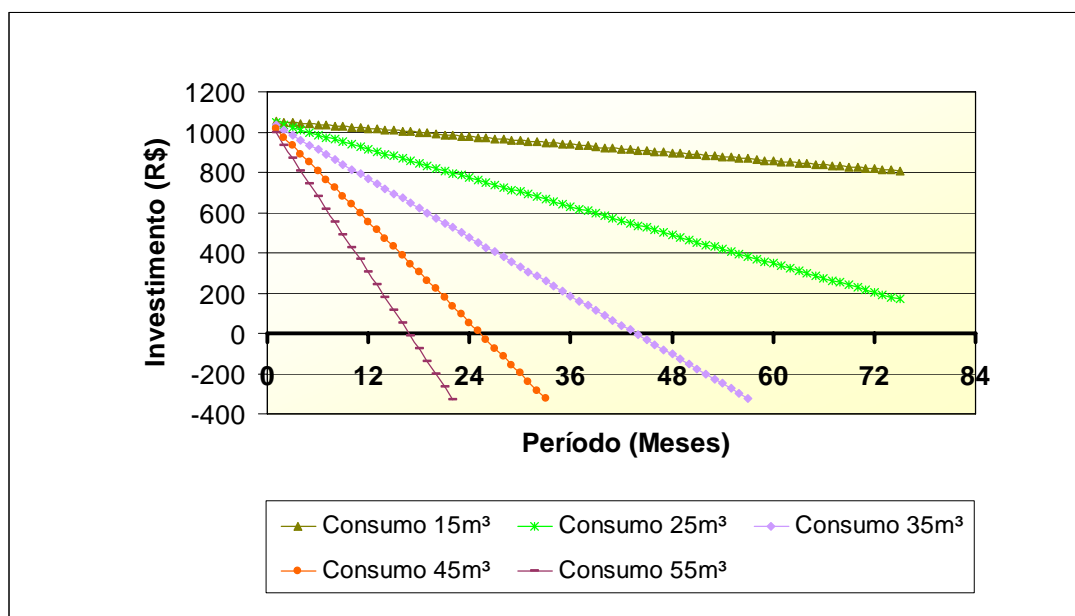
Figura 7 - Amortização do investimento para adaptação do sistema de reúso em residência já construída, considerando 20% de reúso

A análise das Figuras 6 e 7 possibilita afirmar que o valor investido é recuperado ao longo do tempo em função da faixa de consumo, conforme já observado, porém, em alguns casos, com uma diferença considerável no tempo em que o dinheiro aplicado será recuperado devido ao custo necessário para a implantação do sistema em cada uma das situações.

A Tabela 10 apresenta o período, em meses e em anos, necessário para amortização de cada uma das cinco faixas de consumo estudadas, relacionando a implantação do sistema de reúso durante a construção da residência e após a sua construção, requerendo adaptação. A mesma tabela apresenta em suas últimas duas colunas a diferença entre os períodos de retorno se o sistema for instalado durante a construção da residência ou adaptado em residência já construída em função do consumo de água.

Tabela 10 – Comparação do período de amortização em função do consumo nas fases de instalação durante a construção e adaptação depois de construída a residência

Consumo (m³)	Durante a construção		Adaptação do sistema		Diferença entre períodos	
	Período (mês)	Período (ano)	Período (mês)	Período (ano)	mês	ano
15	258	21,5	317	26,4	59	4,9
25	73	6,1	89	7,4	16	1,3
35	36	3,0	44	3,6	8	0,6
45	20	1,7	25	2,1	5	0,4
55	13	1,1	17	1,4	4	0,3

O gráfico da Figura 8 ilustra simultaneamente a comparação de amortização do custo de investimento entre a instalação do sistema de reúso de água durante a fase de construção (em azul) e com a adaptação do sistema posterior à construção (em verde), considerando 20% de reúso, pressupondo três consumos diferentes: 15m³, 35m³ e 55m³. Para não prejudicar a visibilidade nas observações não foram utilizados os cinco consumos de água anteriormente analisados, permitindo assim, a comparação do sistema de reúso em cada caso de instalação para o mesmo período de retorno.
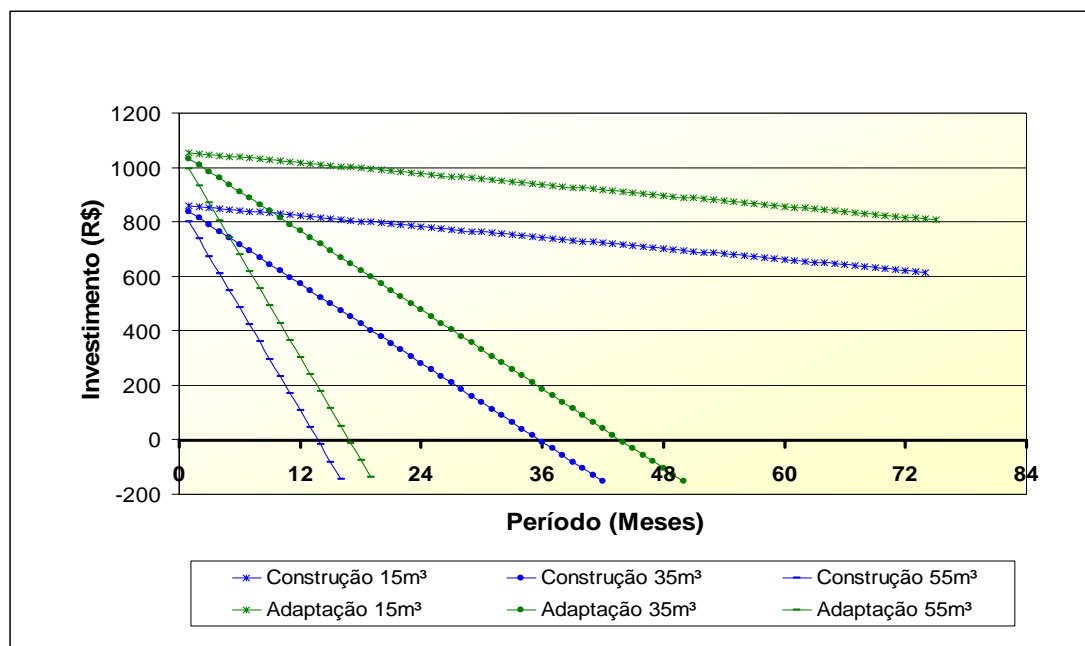
Figura 8 - Comparação de amortização do investimento em residência na fase de construção e com a adaptação em uma já construída, com 20% de reúso

Os gráficos e tabelas demonstrados permitem afirmar que é necessário considerável tempo para que ocorra a amortização do investimento entre as residências que possuem baixo consumo de água, tanto para os casos em que há adaptação do sistema em edificação já construída quanto em um sistema aplicado em residência durante a sua construção. Proporcionalmente à elevação do consumo de água, o período de retorno tende a se reduzir.

Habitações cujos usuários consumam 15m³ mensais de água onde houve adaptação do sistema em residência construída, o período de retorno é de aproximadamente 26,4 anos, enquanto em um sistema aplicado em residência durante a sua construção, esse tempo levaria 21,5 anos, se forem consideradas quantidades proporcionais a 20% de reúso de água em ambos. Nota-se a diferença de 4,9 anos entre os dois casos.

A diferença entre o período de retorno entre as duas situações reduz em função da elevação do consumo de água, ao ponto que entre duas residências com 55m³ mensais de consumo, a que recebeu a adaptação do sistema precisaria de 1,4 anos para cobrir o investimento, enquanto a que foi construída simultaneamente à instalação o tempo de retorno seria de 1,1 anos. Ou seja, haveria redução de 0,3 ano (quatro meses).

7.2 Acesso às residências e comportamento dos residentes

7.2.1 Método de acesso às residências e condição de aceitação do sistema

Para o acesso às residências a receber o sistema de reúso de água na pesquisa elaborada por LIMA *et. al.* (2006), foram realizadas diversas apresentações e exposições sobre o uso racional da água em instituições e áreas públicas da cidade, com foco na região sul, onde se localiza o bairro Parque Cuiabá.

Após as apresentações neste bairro, foram aplicados questionários a aproximadamente mil pessoas, com o retorno de 413, objetivando visualizar as residências capazes de receber a instalação em função das respostas obtidas. Este questionário abordou questões que visavam respostas pessoais sobre a conservação e o reúso de água. Entre as perguntas, algumas serão discutidas a seguir.

Frente à questão sobre a preocupação do entrevistado em reduzir o consumo de água em suas atividades caseiras, 91,5% respondeu que se preocupa, enquanto que 8,5%, disse não ter esse cuidado.

Entre as respostas mais freqüentes das pessoas que disseram não se preocupar com o uso racional da água em suas residências, destacam-se os argumentos de que por pagarem pela mesma, têm todo o direito de consumi-la na quantidade desejada. Outra resposta encontrada frequentemente é que de nada adianta ter a água se não se pode utilizá-la sempre que quiser.

Outra questão abordada no questionário foi referente à opinião dos entrevistados sobre o reaproveitamento da água de lavagem de roupas para utilização em fins menos nobres, como a lavação de calçadas e o aproveitamento em descargas sanitárias. Dos 413 questionários respondidos, 86,2% demonstrou ser favorável à prática, tornando-se automaticamente potenciais colaboradores com a pesquisa, enquanto 13,8% não aprovou a prática.

Quando questionados sobre o motivo de suas respostas, os que não praticariam o reúso de água em suas residências responderam que não havia segurança na qualidade da água a ser reusada, referiram-se ao trabalho que significaria tê-lo em sua residência e ainda à falta de necessidade em reusar água.

A figura 9 apresenta os valores, em porcentuais, das razões que levariam os 413 entrevistados a reusarem a água em suas residências. Consideram-se os itens “referência de conservação”, como qualquer resposta direcionada à conservação dos recursos hídricos, ou do meio ambiente em geral. Assim como “referência econômica”, qualquer resposta relativa à redução dos custos ocasionada pelo reúso de água.
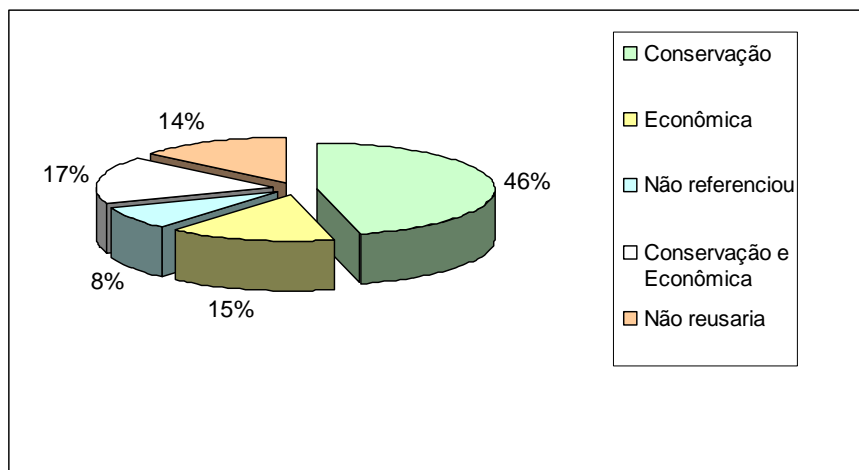
Figura 9 - Motivo do reúso de água na residência

Ressalta-se que os questionários foram entregues aos entrevistados logo após as apresentações sobre o uso racional da água e reúso de água realizadas pelo grupo de pesquisa em LIMA *et. al.* (2006). As respostas teriam sido discutidas em família e devolvidas alguns dias depois, sendo, provavelmente, influenciadas pelas apresentações realizadas.

Apesar da grande proporção de pessoas que demonstrou a preocupação com o uso da água nas atividades residenciais e da grande quantidade de pessoas que pareceu favorável ao reúso de água, a escolha das residências que se disponibilizaram a adotar o sistema de reúso ocorreu com grande dificuldade.

A partir das visitas técnicas nas residências dos entrevistados que se mostraram favoráveis à implantação do sistema, alguns problemas apontados por LIMA *et. al.* (2006) foram encontrados. Entre eles, citam-se dificuldades da esfera física e social, como a falta de espaço para a instalação de reservatório; a previsão de reformas ou de mudança de residência; residências alugadas, não podendo ser efetuadas alterações e ainda houve resistência sob a alegação de que a implantação do sistema de reúso de água implicaria em mudança de hábito dos moradores.

Nota-se que algumas dificuldades encontradas para adoção do sistema ocorreram por questões externas à vontade dos moradores, como o fato da residência ser alugada, ou da inexistência de espaço para a instalação do reservatório, sendo, algumas vezes, característica construtiva das residências do bairro.

Outros fatores impeditivos dizem respeito à aceitação e disponibilidade do usuário do reúso em sua residência. BRASIL (2004) pontua que as soluções de saneamento, entre elas inclui-se o reúso de água, requerem aceitação e assimilação, com a participação efetiva dos usuários do sistema. Não se pode considerar um programa de implantação de reúso de água sem a adesão esclarecida dos cidadãos envolvidos.

7.2.2 A experiência dos usuários de reúso de água

Dentre as sete residências que receberam as instalações de reúso de água, as observações acumuladas por três anos, desde o início de 2005 até a conclusão desta monografia, em fevereiro de 2008, além das entrevistas e da aplicação de um questionário (conforme Apêndice) a um representante de cada moradia, permitiram

chegar a algumas respostas relevantes sobre a experiência com o sistema de reúso de água.

7.2.2.1 Prática do reúso

A respeito do número de habitações que ainda praticam o reúso de água conforme proposto pelo projeto de pesquisa, das sete que receberam a instalação, apenas três continuam servindo-se do sistema, são as residências C, F e G.

Sobre a interrupção da prática na residência A, a explicação foi devido ao baixo consumo de água após a redução de dez para três moradores a partir de novembro de 2007, julgado por estes não ser mais necessário o reúso de água. A suspensão do reúso na residência B foi motivada pela dificuldade com a manutenção do sistema, somado ao fato de haver apenas três habitantes atualmente, e com o consumo de água muito baixo não se tornou atraente aos moradores a prática. A residência D interrompeu o reúso após realizar uma reforma de modo que alterou o sistema de distribuição da água. Por último, os habitantes da residência E tiveram dificuldades com a manutenção da técnica, não se adaptando à condição de separar manualmente as águas de lavagem das de enxágüe da máquina de lavar roupas, acabando por desistir da prática, já que a água de lavagem contaminava a água de enxágüe, causando rejeição devido ao odor causado pela decomposição da matéria orgânica.

7.2.2.2 Principais dificuldades encontradas

Alguns moradores relataram problemas encontrados desde a instalação até o convívio diário com o sistema. Quatro deles se referiram ao cheiro forte da água de reúso (Res. D, E, F e G) quando o tempo de detenção nos reservatórios ultrapassava dois dias e não era adicionado cloro. Outro problema detectado em três residências (Res. B, E e F) foi em relação a algum tipo de erro, ou acidente, durante a instalação do sistema de reúso de água, exigindo mais tempo para o término da obra, prolongando os transtornos da obra como sujeira e vazamento. Outros três usuários mencionaram problemas com o funcionamento da bomba elétrica (Res. A, B e D), ocorrido provavelmente devido à má instalação, precisando escorvá-las algumas vezes. Duas citações apontaram problemas com o funcionamento da chave bóia automática (Res. C e D), responsável por ativar a bomba elétrica automaticamente. Ainda, dois residentes fizeram alusão à dificuldade na operação do sistema (Res. E e F), o que inclui a troca da mangueira de escoamento da máquina para separar a água de lavagem da de enxágüe e a limpeza do reservatório inferior de reúso a cada trimestre, pelo menos. Uma última observação anotada individualmente na residência B, foi que para permitir a instalação do sistema, um reservatório superior precisou ser removido de cima de um caibro, e, com a diminuição do desnível geométrico (altura), a pressão de água no chuveiro foi reduzida, reduzindo o conforto no banho.

Nota-se que a maior parte das dificuldades que os residentes se depararam com o sistema de reúso de água pode ser dividida em duas categorias. A primeira é relativa à dificuldade operacional, considerando-se que a separação das águas de lavagem da de enxágüe deve ser princípio básico para a boa aceitação e que esta teve que ser feita manualmente. Além da adição de cloro, que muitas vezes não realizada regularmente, perdendo a aceitabilidade. JORDÃO (2006) aconselha que “a desinfecção deve ser uma prática adotada em todos os casos, se não para exercer sua função típica contra os microrganismos, que seja para eliminar o mau cheiro que

pode advir e em decorrência disso, e desmoralizar o próprio reúso". Cita-se ainda a dificuldade para controlar a limpeza dos reservatórios: se a periodicidade aconselhável para a lavagem do reservatório de água potável é a cada seis meses, o de água de reúso deve ter freqüência ainda maior, visto que normalmente há acúmulo de lodo e matéria orgânica mineralizada. A segunda categoria é concernente à falha técnica durante a instalação do sistema, algumas vezes ocorreu a demora na conclusão da obra, ou foi executada de erroneamente, provocando problemas com a bomba elétrica e a chave-bóia automática.

7.2.2.3 Adequações dos residentes ao sistema de reúso

Relatam-se alguns ajustes ou ampliações ao sistema original empreendidos pelos próprios residentes, como iniciativas que aumentem a sua eficiência.

Em duas moradias (Res. A e G), foram instaladas calhas coletoras de águas pluviais que direcionavam a água de chuva coletada ao reservatório inferior de reúso.

A residência G construiu ainda uma valeta voltada para o reservatório inferior com o objetivo de conduzir toda a água da limpeza da piscina para o reúso.

A residência F demonstrou a intenção de instalar calhas no telhado para captar a água da chuva e direcioná-la ao reservatório inferior de reúso. Nela, ainda é costume deixar aberta a tampa deste reservatório no período de chuvas, para captar a água pluvial correspondente à área do reservatório, objetivando reusá-la, com o cuidado da constante adição de cloro para não atrair mosquitos.

A mesma residência modificou o método de lavação de roupas, substituindo o amaciante, que amacia e perfuma as roupas, por aproximadamente 50ml de vinagre, que apenas as amacia, não deixando perfume, em compensação é biodegradável e provoca menos odor no armazenamento de água, facilitando a manutenção do sistema.

Outros ajustes que incluem aspectos técnicos ou estéticos foram executados visando corrigir alguns problemas causados durante a instalação.

A residência C fez adequações estéticas no reservatório inferior de reúso.

Para corrigir uma falha na instalação da bomba elétrica, a residência A adaptou um dispositivo que permitiu escorvar a bomba com maior presteza, procurando facilitar a sua operação.

Outra ocorrência observada, decorrente de problemas no abastecimento público de água principalmente durante a estiagem, foi a utilização do reservatório inferior de reúso de água pela residência D para reter água da rede juntamente com a de enxágüe, a qual é utilizada para a lavação de calçadas e descargas sanitárias.

A modificação ou adequação de algum elemento sobre o sistema original implantado pelo projeto de pesquisa, buscando a adaptação ou o aumento da eficiência na conservação de água, é considerada um aspecto positivo em uma instalação. Trata-se de iniciativa própria dos moradores, que o fazem objetivando o melhor aproveitamento do sistema de reúso, procurando a redução dos custos com o consumo de água ou mesmo pela preocupação com a utilização dos recursos hídricos.

7.2.2.4 Mudanças de comportamento

A ocorrência da alteração de comportamento dos domiciliares frente a qualquer atividade que envolva o uso da água após a instalação do sistema é unânime: em todas as sete residências estudadas foi relatada a determinação em diminuir o consumo, seja através das atividades residenciais costumeiras ou através da substituição de peças defeituosas ou que exijam alta demanda. Mesmo as residências em que seus habitantes consideravam ter costumes apurados em relação aos gastos com água, foram relatadas mudanças otimistas em seus hábitos. Alguns moradores difundem a prática apresentando o princípio do reúso em suas residências às visitas que recebem, contribuindo com a divulgação. Em certos casos começaram a ter outra visão sobre o aspecto do consumo de água e procuraram levar a prática absorvida a outros locais fora de seus domicílios.

Outra observação detectada é referente ao hábito de lavar as calçadas e as garagens preferencialmente com o efluente da máquina de lavar roupas, sendo utilizada tanto a água de lavagem quanto a de enxágüe. Esta prática tornou-se costume em cinco domicílios desde a instalação do reúso (Res. B, C, D, F e G), sendo aplicado mesmo nas residências que já não fazem o reúso de água da forma proposta pelo projeto original.

A mudança de comportamento em todos os domicílios que experimentaram reusar a água é um resultado muito positivo. Isso pode indicar que por mais que uma família se preocupe com o consumo de água em suas atividades caseiras, se ela mantiver um sistema de reúso de água implantado por algum tempo em sua residência, é provável que os seus hábitos mudem, de forma a tornarem mais apurados com relação à utilização da água, talvez até perpetuando-os.

7.2.2.5 Sugestões dos residentes

Depois de no mínimo um ano e meio de experiência com o reúso de água, os residentes opinaram sobre quais melhorias poderiam ser aplicadas ao sistema a fim aprimorá-lo.

Quatro deles (Res. B, E, F e G) destacaram a importância do desenvolvimento do dispositivo separador de água de lavagem da de enxágüe nas máquinas de lavar roupa. Ainda, quatro residentes apontaram a importância do aperfeiçoamento na operação do sistema (Res. A, B, E e F), sugerindo que seja facilitada a aplicação do cloro no reservatório de reúso, assim como a sua limpeza, através de um dispositivo de descarte, principalmente quando há mistura, por engano, da água de lavagem neste reservatório.

Foi indicada também a necessidade do dimensionamento do reservatório inferior de reúso conforme o consumo e os hábitos de cada moradia (Res. A, D e F). Assim o mesmo ocuparia menor espaço e sua implantação seria menos onerosa.

Os moradores das residências A e B, devido à experiência com poucos moradores e com o baixo consumo de água na lavagem de roupas, aconselharam a aplicação do sistema preferencialmente em locais onde exista maior número de moradores, pois consideram que nesses locais o consumo de água nas lavagens de roupas seja significativo.

As sugestões apontadas pelos residentes devem ser recebidas com consideração, pois apontam soluções para as dificuldades referentes à manutenção e

às falhas na técnica de instalação encontradas durante o convívio diário com o sistema de reúso de água.

7.2.2.6 Diferença na disponibilidade de água

Sobre a percepção da quantidade de água disponível aos moradores após a implantação do sistema de reúso, quatro residentes observaram considerável redução na freqüência de falta de água potável (Res. A, D, F e G). Dentre as residências em que não foi percebida a diferença na sua disponibilidade (Res. B, C e E), o morador da residência B afirmou que o problema já não ocorria anteriormente.

A prática do reúso de água certamente contribui com o aumento da disponibilidade de água aos residentes, seja pela mudança de costumes com diversas atividades, seja pelo reúso em si. Porém em consulta à Sanecap constatou-se que no período em estudo houve alteração no sistema de abastecimento de água potável na cidade, isso pode ter contribuído para a redução da falta de água nas residências identificadas. Entre as alterações, citam-se a reforma da ETA Coophema, aumentando a quantidade de água fornecida aos bairros Parque Cuiabá e Jordão e a construção de uma adutora, aumentando o fornecimento de água ao Bairro Jardim Europa.

A considerável diminuição do consumo de água através da mudança de comportamento dos domiciliares nas atividades residenciais sem a adoção do reúso pôde ser comprovada com uma observação realizada na residência A. O domicílio abrigava três moradores até abril de 2005, quando consumia aproximadamente 10m³ mensais. A partir deste mês passou a abrigar 10 residentes, e o consumo se elevou em três meses consecutivos, atingindo 36m³ mensais. Após dois moradores desta residência assistirem a uma das palestras da equipe do projeto de pesquisa, cujo tema era “medidas de conservação no uso da água”, e aplicar o conhecimento dentro da própria residência, em dois meses o consumo foi reduzido a 25m³, representando aproximadamente 30% de redução.

7.2.2.7 Opinião sobre a iniciativa de reúso

Em relação às opiniões de como se sentem os residentes perante a iniciativa de reúso de água em seus próprios domicílios, destacam-se algumas.

Na residência A, o motivo inicial da instalação foi a busca pela economia financeira na conta de água e a tentativa de reduzir a sua falta, tendo sido conquistada com êxito enquanto haviam 10 habitantes. Apesar de hoje não mais se utilizar do sistema, considera-se que a instalação à época foi vantajosa.

Alguns moradores acrescentaram que a participação no projeto despertou para a economia em outros produtos. Para algumas pessoas, a tentativa de evitar o desperdício de água se refletiu para outros bens, passando a combater, por exemplo, o desperdício de energia elétrica, produtos alimentícios e de higiene.

Com reações positivas, destaca-se o interesse pelos visitantes dos residentes pelo sistema de reúso, demonstrando inclusive interesse na instalação em suas residências, seja para reúso de água cinza ou utilização da água de chuva. Por servirem de exemplo, os residentes se sentem muito gratificados.

Alguns moradores concordaram que esse é o começo de uma experiência. Tendo sido testado em residências com características distintas, reconhecem que em

algumas a facilidade para a operacionalização e a instalação do sistema é maior, seja pelas características construtivas da residência, seja pelas características dos moradores. Foi sugerida também a necessidade do aprimoramento em alguns aspectos, como por exemplo, facilitar a separação das águas, bem como a limpeza dos reservatórios e a desinfecção.

Todos os residentes que não praticam mais o reúso afirmaram que apesar de não mais operar o sistema, observaram que a sua percepção quanto aos hábitos e cuidados que têm com a água é contínua.

Alguns moradores afirmaram que a proposta da difusão, pesquisa e orientação por um grupo de pessoas de um sistema de reúso de água é excelente. Ela permite aos leigos que se interessam pela conservação da água, a adesão às intenções deste grupo, servindo de incentivo aos demais interessados e ainda à continuidade dos trabalhos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Com relação ao estudo da viabilidade econômico-financeira para a implantação do sistema de reúso de água em uma residência, os custos estimados para a instalação no ato da construção da residência e no da adaptação em uma já existente são de R$1.057,20 para a primeira e de R$ 862,35 para a segunda, constatando-se a diferença de aproximadamente R$195,00.

Observou-se que a diferença do período de retorno do investimento para o mesmo consumo mínimo de 15m³ entre as duas alternativas de instalação é de 4,9 anos, enquanto que no caso do consumo de 55m³, a diferença do período de retorno é de 0,3 ano. Pode-se explicar a diferença observada pela relação entre o valor do benefício mensal para cada consumo estipulado e a diferença do custo da instalação entre os dois casos. O consumo mensal 15m³ equivale ao benefício de R$7,45 mensais, enquanto um consumo de 55m³ corresponde ao benefício de R$67,03, conforme Tabela 9. Se relacionados cada um desses valores com a diferença da instalação entre os dois casos (R$195,00), a proporção será equivalente a 3,8% com o consumo de 15m³ e de 34,4% com o consumo de 55m³.

Nas condições apresentadas, o período de retorno demasiadamente elevado para baixo consumo, aponta para uma perspectiva financeiramente desanimadora à utilização do sistema, apesar do longo tempo de vida útil de uma instalação hidráulica, em média 20 anos (PHILIPPI *et. al.*, 2006). Independente do período de retorno, da forma como o sistema foi aplicado nas residências da pesquisa de LIMA *et. al.* (2006), a maior eficácia do mesmo foi obtida em residências cujo consumo é maior. Nas residências em que havia pouco consumo a prática foi abandonada.

Embora os períodos de retorno, em média, possam parecer longos e inviáveis economicamente, a decisão de utilizar um sistema de reúso de água não deve ser tomada unicamente com o objetivo financeiro e sim com o da redução do consumo visando promover a conservação dos recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável.

Visando tornar as atividades de reúso de água atraentes economicamente, reduzindo o custo de instalação e manutenção e aumentando os benefícios e a adesão da população, sugere-se o desenvolvimento de tecnologias em longo prazo, através de investimentos financeiros ambiciosos e incentivos tanto pelo poder público quanto pela iniciativa privada às pesquisas, para o seu desenvolvimento e às indústrias, para a renovação da sua produção. Os esforços resultantes dos investimentos e dos incentivos devem ser notáveis o suficiente para que provoquem consideráveis avanços nas tecnologias e no comportamento humano.

Sobre este aspecto, observou-se, por exemplo, a necessidade da modernização das máquinas de lavar roupas para a separação da água de lavagem da de enxágüe, o que facilitaria a utilização do sistema de reúso, resultando em maior aproveitamento, e garantiria o aumento da adesão da população.

Outra consideração referente à implantação do sistema de reúso durante a construção da residência e na adaptação em uma já existente é quanto ao efeito estético. Em casos de adaptações, dificilmente as instalações hidráulicas irão compor

harmonicamente com a estrutura da edificação, ao passo que quando o sistema é projetado previamente os componentes incorporam-se à edificação, tendendo à maior receptividade por parte dos usuários.

O reúso de água de forma geral, sendo planejado no período da concepção da residência, ou seja, na elaboração do projeto arquitetônico em construção, favorece o aumento da sua eficiência, pois este pode ser facilmente adaptado enquanto projeto para o reaproveitamento de águas cinza, além da água provinda da limpeza de piscinas e ainda o aproveitamento de águas pluviais. Para tanto, sugere-se a divulgação das técnicas de reúso de água nas Academias que envolvem o setor da construção civil, como as Engenharias, a Arquitetura e as Escolas Técnicas.

No tocante ao acesso às residências para a implantação do sistema de reúso de água, houve dificuldade na adesão dos residentes. Essas dificuldades foram classificadas segundo os fatores psicológicos dos usuários, das características físicas das habitações e os fatores sociais, considerando-se a condição de moradia dos residentes.

Com relação aos aspectos psicológicos, supõe-se que a pouca adesão dos moradores frente ao projeto deve-se à resistência a mudanças, a não assimilação à proposta de reúso, à desconfiança quanto à viabilidade do projeto, à falta de informação, ou pela indisponibilidade de participar da experiência. Todavia, foi constatado que entre os moradores que aceitaram participar do projeto ocorreu uma alteração nos hábitos, levando-os a buscar a redução do desperdício inclusive de outros produtos além da água.

A mudança de hábitos das pessoas em relação à assimilação de novas tecnologias deve ser trabalhada, pois muitas vezes elas têm receio de aderir às inovações. CIALDINI (*et. al.,* 2007; *apud*. BURGOS, 2007) sugere que a solução para a reeducação das pessoas não precisa passar por novas legislações, por redução de impostos ou por benefícios fiscais. A melhor maneira de mobilizá-las para colaborar com a conservação ambiental é elaborar uma forma de atingi-las individualmente, pouco adiantando apelar para o senso de coletividade, pois este, muitas vezes, é ausente em grande parte das pessoas.

Sugere-se que o reúso de água seja implantado primeiramente em comunidades de alta renda, pois caso contrário, devido ao preconceito, é possível que haja resistência dos mesmos se os programas que visam a implantação do sistema focarem apenas as regiões mais carentes.

No que tange aos aspectos físicos ressalta-se a impossibilidade da implantação do sistema devido às características construtivas da edificação que não comporta a adaptação ao sistema de reúso.

Em relação ao aspecto social, nota-se que em diversas residências a condição de moradia, quando não se trata de casa própria, dificulta que seja efetuada qualquer alteração física na edificação. Outros casos que não foi possível a implantação do sistema, por estarem previstas reformas na edificação, estas poderiam transtornar o sistema hidráulico da residência e invalidar o sistema de reúso. Em diversas residências localizadas em conjuntos habitacionais de casas padronizadas, como o Parque Cuiabá, é comum a constante reforma para adaptação aos hábitos dos moradores.

Durante a realização dos trabalhos com reúso de água, sentiu-se a inconsistência das regulamentações existente sobre a qualidade da água de reúso e suas aplicações. No tocante à Legislação Municipal de Cuiabá, o reúso de água é tratado no Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico pela Lei Complementar n.º 150/2007, no entanto necessita de regulamentação para a sua aplicação. As recomendações da NBR13.969/97 no tópico sobre disposição final dos efluentes líquidos e do manual sobre conservação e reúso da água em edificações, elaborado por FIESP/ANA/SINDUSCON-SP (2005), apresentam divergências em diversos aspectos. Este problema é um fator comum na maioria dos países, e talvez advenham da falta de especificações sobre o tema, da quantidade insuficiente de estudos e das frágeis regulamentações.

Tem-se observado que nos últimos anos as pesquisas sobre o reúso de água aumentaram relativamente tanto em quantidade quanto em possibilidades de aplicação. Porém muitos se limitaram ao plano teórico da pesquisa, se restringindo nas conclusões obtidas, principalmente nas que envolvem o aspecto comportamental dos usuários. A diferença de participar de uma pesquisa que teve efetivamente implantado o sistema de reúso de água em algumas residências, permite que sejam obtidas uma infinidade de resultados e conclusões em diversos aspectos, favorecendo ao enriquecimento do tema.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Wolney Castilho; ROCHA, Adilson Lourenço; GONÇALVES, Ricardo Franci. **Aparelhos sanitários economizadores**. p. 267 – 321. *In:* GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p. 2006.

ANA – Agência Nacional de Águas. **A ANA e a racionalização do uso da água em prédios**. Curso de capacitação. *In*: 1º Seminário de Hidrometração Individualizada - Sanecap. Cuiabá. Ago 2006. Anais em CD-ROM. 2006.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.097 - **Aparelhos sanitários de material cerâmico** - Requisitos e métodos de ensaio. 2004.

_____. NBR 13.969. **Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos** – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997. 60 p.

BERNARDI, Cristina Costa. **Reúso de água para irrigação**. Trabalho de Monografia para obtenção de título de Pós-Graduação, em nível de Especialização *Lato Sensu*, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada pela ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. 2003.

BLUM, José Roberto Coppini. **Critérios e padrões de qualidade da água**. p. 126 – 174. *In:* MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Helton Felício dos. Reúso de Água. USP - Barueri, SP: Manole. 2003. 576 p.

BRANDÃO, Patrícia Aparecida. **Avaliação das alternativas de reúso da água no abastecimento das instalações intradomiciliares** (estudo de caso). Trabalho de Monografia para obtenção de título de Graduação em Engenharia Sanitária Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso, 2004.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1.997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 9 de jan de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 25 Out 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Diretor Participativo: **Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos**. Coord. Raquel Rolnik. Brasília, DF. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 54 de 28 de Novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências**. Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 9 Mar de 2006.

CHELLENBERGER, Michael; NORDHAUS, Ted. Break Through: From the Death of Environmentalism to the Politics of Possibility. [s.l.] Houghton Mifflin Co. EUA. 2007. 256 p. a*pud*. BURGOS, Pedro. Tecnologia – A pílula que salvou a vida. **Super Interessante**. A última chance de salvar a Terra. Ed. 247. São Paulo. p. 48 – 56. Dezembro/2007.

CIALDINI, Robert B.; GOLDSTEIN, Noah; MARTIN, Steve. Yes!: 50 Secrets from the Science of Persuasion. [s.l.]. Profile Books. 2007. 224 p. *apud.* BURGOS, Pedro. Tecnologia – A pílula que salvou a vida. **Super Interessante**. A última chance de salvar a Terra. Ed. 247. São Paulo. p. 48 – 56. Dezembro/2007.

CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reúso de Água. **Formas de reúso**. 2002. Disponível em: <http://www.usp.br/cirra/index2.html>. Acesso em: 07 Out 2007.

COELHO, Adalberto Cavalcanti. **Instalações hidráulicas prediais com medição individual: Projeto para obras novas e reformas**. *In*: 1º Seminário de Hidrometração Individualizada – Sanecap. Cuiabá. Ago 2006. Anais em CD-ROM. 2006.

COHIM, Eduardo; COHIM, Fernanda. **Reúso de água cinza: a percepção do usuário (estudo exploratório)**. II – 418. 11 p. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Anais em CD-ROM. 2007.

CUIABÁ. Decreto Municipal nº 4.303 de 8 de junho de 2005. Dispõe sobre o reajuste do valor da tarifa de água e esgotamento sanitário. **Gazeta Municipal.** Cuiabá, 10 de junho de 2005.

_____. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano - IPDU. Diretoria de Pesquisa e Informação - DPI. **Perfil Socioeconômico de Cuiabá** - Vol. III. Cuiabá: Central de Textos. 2007. 482 p.

DE OREO, W. B.; MAYERR, P. W. **Residencial end uses of water**. AWWA Research Foundation. 1999. *apud*. SANTOS, Mario Luís Mathídios dos. Análise de consumo médio de água em 2.118 residências divididas em três bairros de Guaratinguetá. 2005. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br:80/trabmario-anexo.pdf>. Acesso em: 25 Set 2007.

DECA. **Uso racional da água –** Produtos economizadores. 2007. Disponível em: <http://www.deca.com.br/>. Acesso em: 29 Set 2007.

FIESP/ANA/SINDUSCON-SP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo / Agência Nacional de Águas / Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. **Conservação e reúso da água em edificações**. 2005. 151 p.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Água potável tende ao esgotamento: ano 2000** - água, comida e energia. Caderno Especial, p. 1 - 10, Jul 1999 *apud*. MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Águas & Águas. Juiz de Fora – MG: Ortofarma. 2000. 505 p.

FUNASA/MS – Fundação Nacional da Saúde/Ministério da Saúde. **Indicadores biológicos de qualidade da água (coliformes totais, *Escherischia coli* e Cryptosporidium) e o impacto das doenças de veiculação hídrica –** Estudo de caso – Parque Cuiabá, Cuiabá (MT). Relatório final. Programa de Pesquisa em saúde e saneamento. 2005. 141p.

GT/REÚSO - Grupo técnico de trabalho sobre reúso não potável de água. **Memórias das três reuniões iniciais do grupo técnico de reuso do CNRH**. Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Relatório. 2002.

GONÇALVES, Ricardo Franci; ALVES, Wolney Castilho, ZANELLA Luciano. **Conservação de água no meio urbano**. p. 29 – 71. *In*: Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p. 2006.

_____; BAZZARELLA, Madelon Rebelo Peters, PHILLIPPI, Luis Sérgio. **Gerenciamento de águas cinza**. p. 153 – 222. *In:* GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p. 2006.

_____; JORDÃO, Eduardo Pacheco. **Introdução**. p. 1 - 28. *In*: Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p.

HAYASHI, Mauro Massao Shiota; PRIANTE FILHO, Nicolau; SANTOS, Wésio Gonzaga dos; PRIANTE, Josita Correto da Rocha. **Máquina de lavar roupas com dispositivo de separação da água a ser utilizada em descargas domésticas**. *In:* III SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO, 2002, Cuiabá. Resumos do III Seminário de Recursos Hídricos de Mato Grosso. Cuiabá-MT: FEMA, v. 1, p. 36. 2002.

HESPANHOL, Ivanildo. **Água e saneamento básico** – uma visão realista. *In:* REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. B. (Coord.) Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras. 1999.

_____. **Potencial de reúso de água no Brasil**: agricultura, indústria, municípios, recarga de aqüíferos. 37 – 95 p. *In*: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Helton Felício dos. Reúso de Água. USP - Barueri, SP: Manole. 2003. 576 p.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica**. São Paulo: Atlas. 1984. 440 p.

IDEC (2002) - **Consumo sustentável**: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/IDEC. Disponível em: <http://www.idec.org.br/esp_ma_manualconsumo.asp>. Acesso: 25 Set 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas do Século XX**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/29092003estatisticasecxxhtml.shtm>. Acesso em 19 Set 2007.

IWMI & IFPRI - International Water Management Institute & International Food Policy Research Institute. Re: **Água e irrigação segundo IFPRI e IWMI**. *In:* Lista Fonte d´água. Florida Center for Environmental Studies. Relatório "Global Water Outlok to 2025: Averting an Impeding Crisis". Publicação no Dia Mundial do Alimento. Washington D.C., 16 Out. 2002. Disponível na Internet: <http://archives.ces.fau.edu/fontedagua.html>. Acesso em: 22 nov 2002. *apud.* BERNARDI, Cristina Costa. Reúso de água para irrigação. Trabalho de Monografia para obtenção de título de Pós-Graduação, em nível de Especialização *Lato Sensu*, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada pela ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. 2003.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. **Análise Crítica**. p. 323 – 332. *In*: Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p. 2006.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado de água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. Trabalho de Dissertação para obtenção de título de Mestrado pela Escola Politécnica de São Paulo / USP. São Paulo. 1987. 189 p. *In:* LEITE, Ana Maria Ferreira. Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos. Trabalho de Dissertação para obtenção de título de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2003. 170 p.

LEITE, Ana Maria Ferreira. **Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos.** Trabalho de Dissertação para obtenção de título de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2003. 170 p.

LIMA, Eliana B. N. Rondon, *et al*. **Aplicações de Tecnologias de Conservação do uso da Água em Comunidades com fornecimento Intermitente:** Estudo de caso do bairro Parque Cuiabá. Edital Universal – Fapemat/01/2004. 2004.

_____. *et al*. **Aplicações de Tecnologias de Conservação do uso da Água em Comunidades com fornecimento Intermitente:** Estudo de caso do bairro Parque Cuiabá. Relatório Final do Edital Universal - Fapemat/01/2004. Processo: 228/04. 2006.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Águas & Águas**. Juiz de Fora – MG: Ortofarma. 2000. 505 p.

MAIA, Marcus Vinicius Soares de Souza. **A questão da utilização dos recursos hídricos no Brasil e a necessidade de seu uso racional com vistas à sua não extinção**. Associação Brasileira de Direito Agrário. 2000. Disponível em: <http://www.abda.com.br/marcusvssm.htm>. Acesso em: 22 Set 2007.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Helton Felício dos. **Reúso de Água.** USP - Barueri, SP: Manole. 2003. 576 p.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Infra-Estrutura. Coordenadoria de Preços de Obras Civis. **Boletim Estimativo para Referência de Preços de Obras Civis.** Coord. Vinícius Dall'Ácqua. Julho/2007. Região Sul: Cuiabá/Várzea Grande. 2007.

MIELI, João Carlos de Almeida. **Reuso de Água Domiciliar**. Trabalho de Dissertação para obtenção de título de Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense. Niterói: UFF/CTC. 2001. 153 p.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDAO, Berenice Quinzani. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000300018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 Ago 2007.

MOTA, Marcos B. Resende; MANZANARES, Marina Dastre; SILVA, Rafael A. Lima. **Viabilidade de Reutilização de Água para Vasos Sanitários**. Rev. Ciências do Ambiente On Line. v. 2, n. 2. p. 24-29. 2006. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/viewarticle.php?id=57> Acesso em: 10 Set 2007.

MOURA, Vilidiana Moraes de. **Avaliação da viabilidade de reutilização da água de enxágüe de roupa para descargas sanitárias**. Trabalho de Monografia para obtenção de título de Graduação em Engenharia Sanitária Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. 2003.

NISKIER, Julio; ARCHIBALD, Joseph Macintyre. **Instalações Elétricas**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara. 1986.

OLIVEIRA, Sulayre Mengotti. **Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares:** estudo de caso em Palhoça – SC. Trabalho de Monografia para obtenção de título de Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina. 2005. Disponível em: <www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/TCC_Sulayre.pdf> Acesso em 21 Out 2007.

PAES, Rafael Pedrollo de; *et. al.* **Tecnologia social para o reaproveitamento de água na lavagem de roupas em residências –** uma experiência em Cuiabá, MT. II – 194. 11 p. *In*: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Anais em CD-ROM. 2007.

PHILIPPI, Luís Sérgio; VACCARI, Karla Ponzo; PETERS, Madelon Rebelo; GONÇALVES, Ricardo Franci. **Aproveitamento da água de chuva**. p. 73 – 152. *In:* Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p.

PMSS - Programa de Modernização do Setor de Saneamento. **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento:** visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos. Brasília. Ministério das Cidades. 2003.

RAPOPORT, Beatriz. **Águas cinza**: caracterização, avaliação financeira e tratamento para uso domiciliar e condominial. Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 2004.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. - **Água no Brasil**: abundância, desperdício e escassez. Bahia Análise & Dados, v. 13, n. Especial, p. 341-345. *apud*. GONÇALVES, Ricardo Franci; JORDÃO, Eduardo Pacheco. Introdução. p. 1 - 28. *In*: Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab.Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p.

SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A. **Medição individualizada de água em condomínios.** *In*: 1º Seminário de Hidrometração Individualizada – Sanecap. Cuiabá. Ago 2006. Anais em CD-ROM. 2006.

SANECAP – Companhia de Abastecimento da Capital. **Nossos Produtos**. Disponível em: <https://sanecap.locaweb.com.br/produtos.php?IDCategoria=282>. Acesso em: 5 Nov 2007.

SANTOS, Mario Luís Mathídios dos. **Análise de consumo médio de água em 2.118 residências divididas em três bairros de Guaratinguetá**. 2005. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br:80/trabmario-anexo.pdf>. Acesso em: 25 Set 2007.

SENRA, João Bosco. **Água, o desafio do terceiro milênio**. *In*: Viana, Gilney; Silva, Marina; Diniz, Nilo (Org.). O desafio da sustentabilidade – Um debate socioambiental no Brasil. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo. 2001. 133 - 144 p.

SIQUEIRA, Débora. **Cuiabá é a 6ª que mais 'joga' água fora**. Jornal A Gazeta. N° 5868. Ano XIII. 20 e 21 de Novembro de 2007. Caderno B, Terça. Página 1.

TERPSTRA, P. M. J. **Sustainable water usage systems:** model for the sustainable utilization of domestic water in urban areas. Water Science Technology, v. 39 n. 5, p. 65-72. The Rainwater Technology Handbook. 2001 *apud*. GONÇALVES, Ricardo Franci; JORDÃO, Eduardo Pacheco. Introdução. p. 1 - 28. *In*: Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab. Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Global Environment Outlook 3**: past, present and future perspectives. London: Earthscan. 2002. *apud*. GONÇALVES, Ricardo Franci; JORDÃO, Eduardo Pacheco. Introdução. p. 1 - 28. *In*: Uso racional da água em edificações. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Programa de Saneamento Básico - Prosab.Rio de Janeiro: Abes. 2006. 332 p.

USEPA/USAID. U. S. Protection Agency / U. S. Agency for International Development. **Guidelines for water reuse**. EPA/625/R-04/108. Washington, DC. 2004. 450 p. Disponível em:

<http://www.epa.gov/ord/NRMRL/pubs/625r04108/625r04108.pdf>. Acesso em: 25 Out 2007.

WESTERHOFF, G. P. **Un update of research needs for water reuse**. *In:* Water Reuse Symposium. San Diego, California. Proceedings. 1984. p. 1731-42. *apud.* BREGA FILHO, Darcy; MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. Conceito de reúso de água. p. 22-36. *apud.* MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Helton Felício dos. Reúso de Água. USP - Barueri, SP: Manole. 2003. 576 p.

WMO - World Meteorological Organization. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**. Genebra: WMO. 1997. *apud*. BERNARDI, Cristina Costa. Reúso de água para irrigação. Trabalho de Monografia para obtenção de título de Pós-Graduação, em nível de Especialização Lato Sensu, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada pela ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. 2003.

10 APÊNDICE

Questionário utilizado para entrevista com os usuários de reúso de água, aplicado entre dezembro de 2007 e janeiro de 2008

1) O sistema de reúso de água implantado está em funcionamento?

2) Quais os principais problemas detectados na sua residência quanto ao sistema de reúso de água?

3) Houve algum tipo de adaptação ao sistema implantado originalmente?

4) Foram observadas mudanças de comportamento dos residentes com relação às atividades que envolvem o uso da água (como lavagem de calçadas, dentre outros) após a adaptação do sistema em sua residência?

5) Para a aplicação em outras residências, que alterações são sugeridas que sejam feitas no sistema?

6) Houve alguma diferença na percepção da quantidade de água disponível aos moradores, principalmente durante a estiagem?

7) Frente aos problemas de escassez de água mostrados freqüentemente na mídia, como o Sr. (a) vê esta iniciativa de reúso em sua residência?